



Manual del CONDUCTOR/OPERARIO del vehículo autobomba

Primera edición



Asociación internacional de formación de bomberos (IFSTA)

A Nonprofit Educational Association Organized to Develop Training Materials for the Fire Service



Manual del conductor/operario del vehículo autobomba

Primera
edición
36310



Este manual se redactó inicialmente en inglés para los servicios contraincendios de América del Norte. Su traducción a alemán, español, italiano, y turco se realizó en cooperación con el Departamento de Defensa de EE.UU. y cuenta con su aprobación. La Universidad Estatal de Oklahoma, Fire Protection Publications y la Asociación internacional de formación de bomberos declinan toda responsabilidad por la traducción y por los daños, pérdidas o prejuicios que ésta pueda causar. En caso de contradicción entre la edición inglesa y la presente edición, prevalecerá la edición inglesa.

Primera edición

Manual del conductor/operario del vehículo autobomba

Michael A. Wieder, escritor
Carol Smith, editora
Cynthia Brakhage, editora



Aprobado por la Asociación internacional de formación de bomberos (IFSTA)
Publicado por Fire Protection Publications, Oklahoma State University



Asociación internacional de formación de bomberos (IFSTA)

La Asociación internacional de formación de bomberos (IFSTA) se creó en 1934 como una "asociación sin ánimo de lucro para formar al personal de lucha contraincendios que se dedica a mejorar las técnicas contraincendios y la seguridad mediante la formación". Para desarrollar la misión de la IFSTA, Fire Protection Publications se estableció como una entidad de la Oklahoma State University. La principal función de Fire Protection Publications es publicar y difundir textos de formación tal y como han sido propuestos y validados por la IFSTA. La función secundaria de Fire Protection Publications es la investigación, la adquisición, la producción y la comercialización de material de formación y aprendizaje de alta calidad, de acuerdo con la misión de la IFSTA.

La Conferencia de validación de la IFSTA se celebra la segunda semana de julio. Los comités de expertos técnicos se reúnen y trabajan en la conferencia abordando las normas actuales de la National Fire Protection Association (NFPA) (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.) y de otros grupos que elaboran normas según corresponda. La Conferencia de validación reúne a individuos de diversos campos relacionados, tales como:

- Ejecutivos de cuerpos de bomberos y oficiales de entrenamiento
- Profesores de universidad
- Representantes de organizaciones gubernamentales
- Delegados de asociaciones contraincendios y de organizaciones industriales

Los miembros del comité no reciben ninguna compensación monetaria por parte de la IFSTA o Fire Protection Publications. Trabajan por devoción al cuerpo de bomberos y para su futuro a través de la formación. El hecho de pertenecer a un comité otorga prestigio en el cuerpo de bomberos, por lo que los delegados son líderes de opinión reconocidos en sus campos. Esta característica única hace que se establezca una estrecha relación entre la Asociación internacional de formación de bomberos y otros organismos de protección contraincendios, lo que contribuye a coordinar los esfuerzos de todas las personas que trabajan para ellos.

En la actualidad, los manuales de la IFSTA son los textos de formación oficiales de la mayoría de los estados y provincias de Norteamérica. Además, numerosos organismos de los gobiernos de EE.UU. y Canadá, junto con los de otros países de habla inglesa, han aceptado oficialmente los manuales de la IFSTA.

Copyright © 1999 por los Regentes de la Universidad Estatal de Oklahoma

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción de cualquier parte de esta publicación sin la autorización por escrito del editor.

ISBN 0-87939-166-9 Biblioteca del Congreso de EE.UU. nº. LC 99-61722

Primera edición, primera impresión, mayo de 1999 Impreso en EE.UU.

Segunda impresión, noviembre de 1999

Tercera impresión, mayo de 2000

Si desea obtener más información sobre la IFSTA o sobre Fire Protection Publications, póngase en contacto con:

Customer Service (Servicio de atención al cliente), Fire Protection Publications, Oklahoma State University
930 North Willis, Stillwater, OK 74078-8045 (EE.UU.)
+001-800-654-4055 Fax: +001-405-744-8204

Si desea obtener asesoramiento sobre los materiales de formación, recomendar material para incluirlo en un manual o hacer preguntas o comentarios acerca del contenido del manual, póngase en contacto con:

Editorial Department (Departamento editorial), Fire Protection Publications, Oklahoma State University
930 North Willis, Stillwater, OK 74078-8045 (EE.UU.)
+001-405-707-3020 Fax: +001-405-707-4112 E-mail: editors@ifstafpp.okstate.edu

La Universidad Estatal de Oklahoma, de acuerdo con el Título IV de la Civil Rights Act (Ley de derechos civiles estadounidense) de 1964 y el Título IX de las Educational Amendments (Enmiendas en la educación estadounidense) de 1972 no hace discriminación de raza, color, nacionalidad o sexo en su política, prácticas o procedimientos. Esta disposición incluye las admisiones, empleo, ayuda financiera y servicios educacionales, pero no se limita a ellas.

índice

Prefacio	vii
Introducción	1
Objetivo y alcance	2
Observación sobre el uso del género	2
1 EL CONDUCTOR/OPERARIO	3
Capacidades físicas y habilidades que se exigen al conductor/operario	4
Lectura	4
Redacción	4
Matemáticas	4
Buen estado físico	4
Requisitos de visión	5
Requisitos de audición	5
Otras habilidades	5
Selección de los conductores/operarios	5
Reglamento de circulación	6
Requisitos para obtener el permiso	6
2 TIPOS DE VEHÍCULOS CONTRAINCENDIOS EQUIPADOS CON BOMBAS CONTRAINCENDIOS	9
Autobombas del cuerpo de bomberos	10
Autobombas con dispositivos para espuma	11
Autobombas con dispositivos de agua elevadizos	12
Vehículos de ataque inicial	12
Autobombas de ataque inicial pequeños	12
Autobombas de ataque inicial medianos	13
Vehículos de abastecimiento de agua	13
Vehículos contra incendios forestales	15
Vehículos contra incendios en aeronaves	17
Barcos-bomba	18
Vehículos con dispositivos elevadizos y equipados con bombas contraincendios	19
Vehículos de rescate equipados con bombas contraincendios	20
Sistemas especiales montados en vehículos	20
Equipo para generar energía eléctrica	20
Equipo para iluminar el lugar de un incidente y para distribuir la energía eléctrica	21
Sistemas de herramientas hidráulicas para el rescate	23
Clasificación de autobombas según el sistema de mando del incidente	24
3 INTRODUCCIÓN A LA INSPECCIÓN Y EL MANTENIMIENTO DEL VEHÍCULO	25
Programas sistemáticos de mantenimiento	26
Limpieza	27
Lavado	28
Limpieza de los cristales	29
Limpieza interior	29
Encerado	30
Procedimientos de inspección del vehículo	30
Aproximación al vehículo	31
Inspección de los laterales de la parte delantera	31
Inspección de la parte delantera	32
Inspección de los laterales de la parte trasera	34
Inspección de la parte trasera	36
Inspección de la cabina	36
Inspección del compartimento del motor	41
Inspecciones posteriores a la salida del parque	45
Cómo cargar las baterías	45
Mantenimiento del equipo general de supresión contraincendios	46
Inspecciones diarias	46
Inspecciones semanales	48
4 CONDUCCIÓN DE LOS VEHÍCULOS DE EMERGENCIA	51
Estadísticas y causas de colisiones	55
Reglamento de circulación	58
Arranque y conducción del vehículo	59
Cómo arrancar el vehículo	59
Conducción del vehículo	63
Circulación del vehículo	65
Cómo detener el vehículo	65
Motor al ralentí	66
Cómo apagar el motor	66
Técnicas de conducción segura	67
Actitud	67
Seguridad a la hora de montar en el vehículo	67
Maniobra de marcha atrás	69
Técnicas de conducción defensiva	70
Frenos auxiliares	75
Cómo adelantar a otros vehículos	77
Condiciones meteorológicas adversas	77
Dispositivos de advertencia y de despeje del tráfico	78
Dispositivos para el control del tráfico	81
Ejercicios de conducción y métodos de evaluación	82
Prueba escrita	83
Ejercicios prácticos de conducción	83
Pruebas en carretera	85
Resumen de las prácticas de conducción adecuadas	86
5 POSICIÓN DEL VEHÍCULO	87
Posición de los autobombas del cuerpo de bomberos	88
Autobombas de ataque al incendio	89
Autobombas de suministro de agua	96
Posición de los vehículos contra incendios forestales	103
Protección estructural	103

Cómo efectuar el ataque al incendio.....	104
Colocación de los vehículos de apoyo	107
Vehículos de rescate	107
Vehículos de mando	108
Vehículos de abastecimiento de aire	109
Vehículos de los servicios médicos de urgencia...	110
Situaciones de colocación especial.....	111
Espera	111
Actuaciones en autopistas	113
Incidentes con materiales peligrosos	115
Actuaciones cerca de ferrocarriles	116
Incidentes médicos de urgencia.....	117
6 EL AGUA Y SU PROCEDENCIA.....	119
Características del agua.....	120
Propiedades extintoras del agua	120
Ventajas e inconvenientes del agua	124
Presión y velocidad del agua	125
Principios de presión	126
Tipos de presión	127
Pérdida y aumento de presión: altura y altitud altitud	130
Pérdida de presión por fricción	131
Reducción de la pérdida de presión por fricción...	134
Golpe de ariete	135
Principios de los sistemas municipales de abastecimiento de agua	135
Fuentes de abastecimiento de agua	136
Medios de transporte de agua.....	136
Instalaciones de procesamiento o tratamiento de agua	137
Sistema de distribución del agua	137
Sistemas privados de abastecimiento de agua	141
7 BOQUILLAS PARA MANGUERAS Y VELOCIDADES DE FLUJO	143
Boquillas para mangueras contra incendios	145
Boquillas para chorros directos	145
Boquillas para chorros nebulizadores	146
Cómo elegir las boquillas	150
Boquillas de línea de mano	150
Boquillas de chorro maestro	150
Boquillas con funciones especiales	152
Presión y reacción de la boquilla.....	155
Cómo calcular la reacción de la boquilla en los chorros directos	156
Cómo calcular la reacción de la boquilla en los chorros nebulizadores	156
8 CÁLCULOS TEÓRICOS DE LA PRESIÓN (sistema anglosajón).....	159
Pérdida total de presión: pérdida de presión por fricción más pérdida de presión por altura	162
Cómo determinar la pérdida de presión por fricción	162
Cómo determinar sus propios coeficientes de pérdida de presión por fricción	164
Pérdida de presión causada por los accesorios ...	168
Cómo determinar la presión por altura	169
Accesorios para los tendidos de mangueras	171
Tendidos de mangueras simples	171
Tendidos de mangueras complejos	176
Cómo calcular la presión de descarga de la bomba ...	184
8 CÁLCULOS TEÓRICOS DE LA PRESIÓN (sistema métrico)	189
Pérdida total de presión: pérdida de presión por fricción más pérdida de presión por altura	192
Cómo determinar la pérdida de presión por fricción	192
Cómo determinar sus propios coeficientes de pérdida de presión por fricción	194
Pérdida de presión causada por los accesorios	198
Cómo determinar la presión por altura	199
Accesorios para los tendidos de mangueras	201
Tendidos de mangueras simples	201
Tendidos de mangueras complejos	206
Cómo calcular la presión de descarga de la bomba ...	214
9 CÁLCULOS HIDRÁULICOS EN EL LUGAR DEL INCENDIO	219
Caudalímetros.....	220
Tipos de caudalímetros	221
Aplicaciones del caudalímetro	222
Calculadoras hidráulicas	223
Tablas de bombeo	223
Método manual para el sistema anglosajón ...	227
Fórmula "Q" resumida	229
Flujo en gpm	232
10 TEORÍA DE LAS BOMBAS CONTRAINCENDIOS.....	233
Bombas volumétricas	235
Bombas de émbolo	235
Bombas rotatorias	236
Bombas centrífugas	239
Principios de funcionamiento y diseño de las bombas centrífugas	239
Empaquetadura y anillos de desgaste de las bombas	246
Montaje de la bomba y tipo de mecanismo impulsor	248
Bombas con motores auxiliares	248
Bombas con toma de fuerza	248
Bombas montadas en la parte delantera	249
Bombas maestras de transferencia	250
Bombas montadas en la parte trasera	252
Tuberías y válvulas de la bomba	252
Tuberías de toma	253
Tuberías de descarga	255

Válvulas	258
Drenaje de la bomba.....	259
Dispositivos automáticos de control de la presión...	261
Válvulas de seguridad	262
Regulador de presión	264
Métodos y dispositivos de cebado	266
Cebadores volumétricos	266
Cebadores por gases de escape	267
Cebadores por vacío	268
Instrumentos del panel de la bomba	268
Manómetros maestros de toma y de descarga ...	269
Tacómetro	270
Indicador de la temperatura del líquido refrigerante del motor de la bomba	270
Indicador de la presión del aceite del motor de la bomba	236
Indicador de recalentamiento de la bomba.....	271
Voltímetro	271
Indicadores de la presión de la bomba (manómetros de descarga)	271
Acelerador del motor de la bomba.....	272
Controlador del cebador	272
Indicador del nivel del depósito de agua	272
Dispositivos refrigerantes auxiliares	273

11 UTILIZACIÓN DE BOMBAS

CONTRAINCENDIOS275

Preparación de la bomba para su funcionamiento	277
Cómo conectar las bombas de toma de fuerza y las bombas montadas en la parte delantera ...	278
Cómo desconectar las bombas de toma de fuerza y las bombas montadas en la parte delantera ...	280
Cómo conectar una bomba maestra de transferencia.....	245
Cómo desconectar una bomba maestra de transferencia.....	281
Cómo conectar una bomba contraincendios accionada por un motor auxiliar	281
Utilización de la bomba desde el depósito de agua ...	281
Preparación de la bomba para su funcionamiento...	282
Cambio a un abastecimiento de agua externo	283
Utilización de la bomba desde una fuente presurizada de abastecimiento de agua	284
Utilización de la bomba desde un hidrante	286
Cómo hacer que el agua llegue hasta la bomba	290
Cómo poner la bomba en funcionamiento	291
Agua adicional disponible procedente de un hidrante	293
Cómo cerrar el hidrante	295
Utilización de la bomba desde una fuente estática de abastecimiento de agua	295
Cómo seleccionar el lugar de succión	298
Conexión a la bomba y acciones preliminares ...	301
Cómo cebar la bomba e iniciar la actuación de succión	302
Utilización de la bomba desde el lugar de succión	304

Cómo finalizar la actuación	306
Soporte para rociadores y para tuberías montantes	306
Soporte para los sistemas automáticos de rociadores	306
Soporte para los sistemas de tuberías montantes ...	308

12 FUENTES ESTÁTICAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA333

Principios de la elevación	334
Altura de descarga teórica	335
Altura de descarga máxima	335
Altura de descarga de funcionamiento seguro ...	337
Cómo determinar la presión neta de descarga de la bomba	337
Fuentes estáticas naturales de abastecimiento de agua	339
Adecuación de una fuente estática natural de abastecimiento de agua	340
Accesibilidad de una fuente estática natural de abastecimiento de agua	341
Fuentes estáticas artificiales de abastecimiento de agua	345
Cisternas	345
Depósitos privados para almacenar el agua ...	346
Depósitos en tierra	346
Piscinas	346
Sistemas para la irrigación agrícola	348

13 ACTUACIONES DE BOMBEO EN SERIE 349

Vehículos y equipo para el bombeo en serie.....	350
Consideraciones sobre el funcionamiento del bombeo en serie	353
Tipos de actuaciones de bombeo en serie.....	355
Método de bombeo en serie a la máxima distancia ...	356
Método de bombeo en serie a presión constante ...	358
Indicaciones generales para las actuaciones de bombeo en serie	360
Cómo poner en marcha un bombeo en serie ...	360
Utilización del bombeo en serie	362
Cómo cerrar el bombeo en serie	363

14 ACTUACIONES DE TRASVASE DE AGUA ..369

Vehículos para el trasvase de agua	371
Autobombas	371
Camiones cisterna.....	372
Cómo establecer un trasvase de agua	377
Cómo seleccionar el lugar de vaciado	377
Cómo seleccionar el lugar de llenado	378
Cómo seleccionar la ruta de desplazamiento ...	379
Actuaciones en el lugar de llenado	382
Cómo situar el autobomba en el lugar de llenado ...	382
Tendido en el lugar de llenado	383
Métodos de llenado por la parte superior	385
Actuaciones en el lugar de vaciado	387
Métodos de actuación en el lugar de vaciado ...	387

Métodos de descarga de los camiones cisterna ...	389	Prueba del flujo que va del depósito a la bomba ...	443
Cómo actuar en el lugar de vaciado	390	Análisis de los resultados de la prueba	444
Actuaciones con un depósito portátil	390	Problemas que pueden aparecer durante las	
Actuaciones con varios depósitos portátiles ...	392	pruebas de servicio	444
Evaluación del funcionamiento del		Pruebas de los equipos de dosificación de espuma ...	444
camión cisterna	395	Método de desplazamiento del concentrado	
		de espuma	445
15 SISTEMAS Y EQUIPOS DE ESPUMA.....	399	Método del volumen de descarga de la bomba	
Principios de la espuma	400	del concentrado de espuma	445
Cómo funciona la espuma	401	Prueba de refractividad de la solución	
Dosificación de la espuma	401	de espuma	445
Cómo se almacena la espuma	403	Prueba de conductividad de la solución	
Concentrados de espuma	405	de espuma	446
Espuma de clase A.....	406		
Espuma de clase B.....	406	Apéndice A	449
Concentrados de espuma específicos	409	Apéndice B	469
Sistemas de baja energía para la dosificación		Apéndice C	471
de espuma	411	Apéndice D	485
Dosificadores de espuma portátiles	411	Apéndice E	499
Sistemas de dosificación de espuma		Glosario	501
montados en vehículos	414	Índice analítico	519
Sistemas de alta energía para generar espuma.....	419		
Dispositivos portátiles para la aplicación			
de espuma	421		
Boquillas de línea de mano	421		
Boquillas de chorro maestro para espuma	422		
Dispositivos para generar espuma de			
expansión media y alta	423		
Montaje de un chorro contraincendios de espuma ...	423		
Resolución de los problemas de las			
actuaciones con espuma	424		
Técnicas para aplicar espuma	424		
Método de rodaje	425		
Método de caída	425		
Método de lluvia	425		
16 PRUEBAS REALIZADAS AL VEHÍCULO	427		
Pruebas realizadas antes de la entrada en servicio...	428		
Pruebas del fabricante	429		
Pruebas de certificación de la bomba	429		
Prueba de aceptación	430		
Pruebas de servicio del autobomba	430		
Factores relativos al lugar donde se realizan las			
pruebas de servicio	431		
Corrección de la presión neta de descarga de la			
bomba para las pruebas	432		
Equipo necesario para las pruebas de servicio ...	434		
Precauciones de seguridad durante las			
pruebas de servicio	436		
Comprobación de la velocidad del motor	437		
Prueba de vacío	437		
Prueba de bombeo	440		
Pruebas de control de la presión	441		
Pruebas de funcionamiento del manómetro de			
presión de descarga y del caudalímetro	442		

Prefacio

Ésta es la primera edición del *Manual del conductor/operario del vehículo autobomba*. Este libro describe las responsabilidades tan importantes que asumen los bomberos encargados de conducir y utilizar los vehículos autobombas del cuerpo. Combina la información que antes se encontraba en tres manuales de la IFSTA: *Fire Department Pumping Apparatus* (Manual del vehículo autobomba del cuerpo de bomberos), *Fire Stream Practices* (Ejercicios prácticos con chorros contraincendios) y *Water Supplies for Fire Protection* (Abastecimientos de agua para la protección contraincendios).

Queremos expresar nuestro agradecimiento a los miembros del Comité de validación de la IFSTA que contribuyeron con su tiempo, su sabiduría y sus conocimientos a la elaboración de este manual.

Presidente

John Trenner

Cuerpo de bomberos de Carmel
Carmel, California (EE.UU.)

Bob Guthrie

Cuerpo de bomberos de Ames
Ames, Iowa (EE.UU.)

Tony Huemann

Cuerpo de bomberos de Mount Prospect
Mount Prospect, Illinois (EE.UU.)

Bill Hulsey

Universidad Estatal de Oklahoma
Stillwater, Oklahoma (EE.UU.)

Scott Kerwood

Servicios de emergencia del condado de Orange
Vidor, Texas (EE.UU.)

Matthew Manfredi

AAA Emergency Supply Company, Inc.
White Plains, Nueva York (EE.UU.)

Mark S. Pare

Cuerpo de bomberos de Providence
Providence, Rhode Island (EE.UU.)

Michael Ridley

Cuerpo de bomberos de Elk Grove
Elk Grove, California (EE.UU.)

Vicepresidente

Arlen Gross

Universidad Estatal de Louisiana
Baton Rouge, Louisiana (EE.UU.)

Jeff Rosenfeld

Cuerpo de bomberos de Viginia Beach
Virginia Beach, Virginia (EE.UU.)

Mark D. Watts

Cuerpo de bomberos de Baton Rouge
Baton Rouge, Louisiana (EE.UU.)

Michael Wilbur

Cuerpo de bomberos de Nueva York
Nueva York, Nueva York (EE.UU.)

Matt Woodrow

Cuerpo de bomberos de Toronto
Toronto, Ontario (Canadá)

Jeff Yaroach

Cuerpo de bomberos de Clinton Township
Richmond, Michigan (EE.UU.)

Mary Beth Zampa

Fuerzas aéreas estadounidenses
Robins AFB, Georgia (EE.UU.)

Deseamos dar las gracias a William Eckman de LaPlata, Maryland (EE.UU.), cuyos años de experiencia en actuaciones rurales de abastecimiento de agua se ven reflejados en el capítulo 14 sobre trasvases de agua.

Asimismo, queremos expresar nuestro agradecimiento a los cuerpos de bomberos que nos prestaron personal, recursos y tiempo para ayudar a nuestros equipos a realizar las nuevas fotografías necesarias para completar este manual.

Cuerpo de bomberos de Stillwater, Oklahoma (EE.UU.); jefe auxiliar Rudee Cryer, personal del turno B

Cuerpo de bomberos de Yukon, Oklahoma (EE.UU.); jefe de bomberos Robert Noll, jefe auxiliar Jeff Lara, bomberos J.W. Nokes Jr., Larry Gossett y Mike McGee

Cuerpo de bomberos de Tulsa, Oklahoma (EE.UU.); jefe de bomberos Tom Baker, coordinador de comunicaciones visuales Frank Mason, autobomba 16-A: Michael Ledbetter, Jeff Blackburn y R.D. Harris

No habría sido posible elaborar un manual de estas características sin la ayuda de muchas otras personas y organizaciones que nos facilitaron fotografías e información esenciales para la realización de este proyecto.

Waterous Company, Daniel L. Juntune, gestor de los servicios de apoyo de ventas y marketing

W.S. Darley & Co., Tom Darley, gestor de ventas

Hale Fire Pump Company

Bob Esposito, Trucksville, Pennsylvania (EE.UU.)

Ron Jeffers, Union City, Nueva Jersey (EE.UU.)

Warren Gleitsmann, Timonium, Maryland (EE.UU.)

Joel Woods, Fire & Rescue Institute de la Universidad de Maryland, College Park, Maryland (EE.UU.)

Ron Bogardus, Albany, Nueva York (EE.UU.)

Jeff Windham, Celanese Corporation, Clear Lake, instalación de Texas (EE.UU.)

Cuerpo de bomberos de Rocky Hill, Connecticut (EE.UU.)

Cuerpo de bomberos de Mount Shasta, California (EE.UU.)

Cuerpo de bomberos de Pennsburg, Pennsylvania (EE.UU.)

Cuerpo de bomberos de Oklahoma City, Oklahoma (EE.UU.)

Class 1, Inc., Ocala, Florida (EE.UU.)

Akron Brass Company

Walter Kidee, Inc.

Conoco Oil Company, Ponca City, refinería de Oklahoma (EE.UU.)

KK Products, una división de Task Force Tips, Inc.

Equipo de materiales peligrosos del parque 22 del cuerpo de bomberos de Houston, Texas (EE.UU.)

Rich Mahaney, Jackson, Michigan (EE.UU.)

División de formación en protección contraincendios de la A&M University de Texas (EE.UU.)

Emergency One, Inc.

Williams Fire and Hazard Control, Inc.

Departamento de sistemas de protección contraincendios de 3M, Inc.

Departamento de seguridad de 3M, Inc.

Volunteer Fireman's Insurance Service, York, Pennsylvania (EE.UU.)

National Interagency Fire Center, Boise, Idaho (EE.UU.)

Fire Training Officer's Association, condado de Monterey, California (EE.UU.)

Joe McElvaney y Steve Noblet, Department of Development Services (Departamento de servicios de infraestructuras públicas) de Phoenix, Arizona (EE.UU.)

Eric Harlow, School of Fire Protection and Safety de la Universidad Estatal de Oklahoma, Oklahoma (EE.UU.)

Harvey Eisner, Tenafly, Nueva Jersey (EE.UU.)

Bill Tompkins, Bergenfield, Nueva Jersey (EE.UU.)

Cuerpo de bomberos de Mount Prospect, Illinois (EE.UU.)

Capitán Chris Mickal, unidad de fotografía del cuerpo de bomberos de Nueva Orleans, Louisiana (EE.UU.)

Bil Murphy, CFPS, Lancaster, California (EE.UU.)

Andrew C. Mount, *marshal* del cuerpo de bomberos, Plymouth Township, Pennsylvania (EE.UU.)

William Peterson, jefe de bomberos del cuerpo de bomberos de Plano, Texas (EE.UU.)

James Rackl, jefe auxiliar del cuerpo de bomberos de la academia de las fuerzas aéreas estadounidenses, Colorado Springs, Colorado (EE.UU.)

El índice ha sido creado por Kari Kells, de Index West.

Finalmente, extendemos nuestra gratitud a los siguientes miembros del equipo del proyecto del manual *Rescate y lucha contraincendios en aeronaves* de Fire Protection Publications, cuyas contribuciones hicieron posible la publicación final de este manual.

Barbara Adams, editora adjunta

Suran S. Walker, coordinadora del desarrollo de instrucciones

Tara Gladden, auxiliar administrativa editorial

Don Davis, coordinador, producción de publicaciones

Ann Moffat, analista de diseño gráfico

Desa Porter, diseñadora gráfica jefe

Connie Nicholson, diseñadora gráfica jefe

Don Burull, diseñador gráfico auxiliar

Ben Brock, diseñador gráfico auxiliar

Shelley Hollrah, diseñadora gráfica auxiliar

Introducción

Una de las premisas elementales del cuerpo de bomberos es acudir en ayuda de las personas que necesitan asistencia. Puede que dichas personas necesiten asistencia médica, un rescate o ayuda para apagar un incendio. A no ser que la persona que necesita ayuda se desplace hasta el parque de bomberos o se encuentre justo enfrente, el personal del cuerpo deberá utilizar un vehículo para llegar hasta el lugar de la emergencia. Dicho vehículo debe posicionarse de modo adecuado en el lugar de la emergencia para que el equipo y/o la manguera puedan desplegarse con eficacia y pueda controlarse el incidente a la mayor brevedad.

En la actualidad, el tipo de vehículo contraincendios más sencillo es el autobomba.

La bomba contraincendios, el depósito de agua y la manguera son los tres elementos básicos de lucha contraincendios de los que disponen casi todos los autobombas del cuerpo de bomberos. Dichos elementos sirven para tender líneas de mangueras desde el vehículo y descargar agua. Según las preferencias locales, el autobomba puede llevar, además, otros equipos para la lucha contraincendios, la asistencia médica, el rescate y la descarceración.

Además de los autobombas, existen otros tipos de vehículos contraincendios que pueden estar equipados con bombas contraincendios, depósitos de agua y mangueras como, por ejemplo, vehículos contra incendios forestales, vehículos de rescate, vehículos con dispositivos elevadizos, vehículos de rescate y lucha contraincendios en aeronaves y camiones cisterna. Gracias a las bombas y a los depósitos de agua, estos vehículos disponen de mayor flexibilidad para controlar una mayor variedad de incidentes.

El *conductor/operario del vehículo contraincendios*, de ahora en adelante llamado conductor/operario, es el responsable de conducir de modo seguro el vehículo contraincendios hacia el lugar de la emergencia y de regreso al parque y de utilizar la bomba y otros dispositivos mientras se realizan tareas en el lugar de una emergencia. Asimismo, el conductor/operario es el responsable, en última instancia, de la seguridad de todo el personal a bordo del vehículo mientras está en movimiento. Además, se le confía la seguridad del

personal que se encuentra en posiciones peligrosas y que utiliza líneas de mangueras que se abastecen del autobomba. Todo ello supone una enorme responsabilidad, por lo que es necesario que el conductor/operario complete un extenso programa de entrenamiento para llevar a cabo sus tareas de modo satisfactorio.

El objetivo de todo cuerpo de bomberos debe ser entrenar a sus conductores/operarios para que cumplan todos los requisitos pertinentes especificados en la NFPA 1002, *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications*, (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios). Esta norma está estructurada de modo que el conductor/operario pueda examinarse sólo sobre las secciones de la norma referentes a los tipos de vehículos que se utilizan en su cuerpo de bomberos. Por ejemplo, un gran número de cuerpos de bomberos pequeños de voluntarios o de profesionales no poseen vehículos con dispositivos elevadizos. Por tanto, el conductor/operario de un cuerpo de estas características puede obtener el certificado aunque no cumpla los requisitos de los capítulos sobre la utilización de este tipo de vehículos. Asimismo, un conductor/operario de un cuerpo de bomberos principal de un casco urbano no deberá demostrar sus conocimientos sobre camiones cisterna.

Un requisito de la NFPA 1002 que ha levantado algo de controversia a lo largo de los años es el que dicta que, para obtener la certificación de conductor/operario, es necesario cumplir y poseer previamente el certificado de la NFPA 1001, *Standard for Fire Fighter Professional Qualifications*, (Norma sobre las cualificaciones profesionales del bombero), para Bombero I, antes de conseguir el certificado NFPA 1002. Por supuesto, este requisito no representa ningún problema para los cuerpos de bomberos profesionales. En ese caso, las personas que se unen al cuerpo de bomberos, pasan por un extenso entrenamiento y suelen trabajar como bomberos durante algún tiempo antes de poder ascender al puesto de conductor/operario. Cuando un bombero profesional se convierte en conductor/operario, tiene una larga experiencia en la lucha contraincendios. En muchos cuerpos de bomberos de voluntarios esta progresión es bastante similar.

No obstante, en algunos de estos cuerpos, en especial en los de voluntarios que sirven a comunidades pequeñas, suele haber candidatos a conductores/operarios de vehículos contraincendios que *no* poseen conocimientos previos sobre la lucha contraincendios. El caso más habitual es el de un conductor profesional de camiones u operario de vehículos pesados que quiere unirse a un cuerpo de bomberos como conductor/operario, pero que no tiene interés en recibir un entrenamiento elemental de lucha contraincendios. Puesto que en la actualidad el número de bomberos voluntarios disminuye, el jefe de bomberos se encuentra en una posición difícil ante esta situación. Por una parte, tiene una persona con el entrenamiento y la experiencia necesarios para conducir el vehículo. Enseñar a esa persona el funcionamiento de la bomba contraincendios o del resto de equipos es bastante fácil, puesto que lo más probable es que el candidato se sienta cómodo en materia de mecánica. Si esa persona conduce el vehículo y controla los dispositivos, no será necesario que un miembro entrenado del equipo se quede con el vehículo. Por otra parte, existe una norma que especifica que el conductor/operario debe completar primero el entrenamiento de bombero para conseguir el certificado de conductor/operario. La elección es clara: si el certificado es importante para el cuerpo de bomberos, la persona deberá completar el entrenamiento de bombero. Hace mucho tiempo que la IFSTA apoya las normas de la NFPA y los certificados del cuerpo de bomberos.

De todos modos, los cuerpos de bomberos que deciden no exigir los certificados, deben seguir utilizando la NFPA 1002 y este manual como base para el entrenamiento del conductor/operario. De este modo, se garantiza que el candidato es capaz de conducir un vehículo y de utilizar sus dispositivos con eficacia y seguridad.

Objetivo y alcance

La primera edición del *Manual del conductor/operario del vehículo autobomba* está pensada para formar a los conductores/operarios responsables de la utilización de vehículos equipados con bombas contraincendios. Dichos vehículos pueden ser autobombas, vehículos de ataque inicial, camiones cisterna, vehículos contra incendios forestales y vehículos con dispositivos elevadizos equipados con bombas contraincendios. La información de este manual ayuda al conductor/operario a alcanzar los objetivos descritos en los capítulos 1, 2, 3, 4 y 8 de la NFPA 1002, *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios) (edición de 1998).

La intención de este manual es ofrecer la información que antes se ofrecía en tres manuales de la IFSTA que se

encontraban disponibles por separado y reemplazar a dichos manuales, que son:

- *Fire Department Pumping Apparatus* (Manual del vehículo autobomba del cuerpo de bomberos)
- *Fire Stream Practices* (Ejercicios prácticos con chorros contraincendios)
- *Water Supplies for Fire Protection* (Abastecimientos de agua para la protección contraincendios)

De este modo, los aspirantes a conductor/operario no tendrán que adquirir tres manuales diferentes. Asimismo, se elimina el posible problema de que existan contradicciones entre la información ofrecida por los tres manuales, lo que suele suceder cuando comisiones diferentes elaboran manuales sobre un mismo tema.

El propósito general de este manual es presentar los principios generales de la utilización de bombas y la aplicación de dichos principios cuando sea oportuno. Asimismo, se pretende enseñar al conductor/operario a utilizar bien el vehículo y a cuidarlo. Este manual ofrece una visión general sobre las cualidades y habilidades que debe poseer un conductor/operario, las técnicas de conducción segura, los tipos de vehículos autobomba, el posicionamiento de los vehículos para sacar el máximo partido del abastecimiento de agua y optimizar la eficacia, la teoría y el funcionamiento de la bomba contraincendios, los cálculos hidráulicos, las consideraciones sobre el abastecimiento de agua, los principios del bombeo en serie, los procedimientos para realizar un trasvase de agua, el funcionamiento del sistema de espuma, y las pruebas y el mantenimiento del vehículo.

Es posible que los conductores/operarios que trabajen con vehículos especiales del cuerpo de bomberos deban estudiar otros manuales diferentes de este. El funcionamiento de los vehículos equipados con dispositivos elevadizos (capítulos 4 y 5 de la NFPA 1002) se trata en el manual de la IFSTA *Fire Department Aerial Apparatus* (Manual del vehículo con dispositivos elevadizos del cuerpo de bomberos). El funcionamiento de los vehículos de rescate y lucha contraincendios en aeronaves (capítulo 7 de la NFPA 1002) se trata en el manual de la IFSTA *Rescate y lucha contraincendios en aeronaves*.

Observación sobre el uso del género

Con el fin de que las frases no se vean entrecortadas y sean fáciles de leer, hemos utilizado el género masculino para los pronombres, en lugar de utilizar el género masculino y el femenino cada vez. Hace algunos años, era habitual utilizar los pronombres masculinos para referirse a ambos sexos de modo neutro. En este manual, hemos adoptado este mecanismo por motivos de brevedad y sin ánimo de ofender a las lectoras.

El conductor/operario

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información para que el lector pueda cumplir los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios) edición de 1998. Las partes de los requisitos de rendimiento laboral tratados en este capítulo están marcadas en negrita.

1-3.1 El conductor/operario de vehículos del cuerpo de bomberos debe poseer los permisos correspondientes para conducir todos los vehículos que se espera que opere.

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios) Copyright© 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

1-3.2 El conductor/operario del cuerpo de bomberos debe someterse periódicamente a los exámenes médicos especificados por la NFPA 1500, *Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program* (Norma de seguridad ocupacional y programa sanitario de los cuerpos de bomberos), sección 8-1, Requisitos médicos, para determinar que el conductor/operario está capacitado, desde el punto de vista médico, para realizar las tareas exigidas a un conductor/operario del cuerpo de bomberos.

Es responsabilidad del conductor/operario del vehículo contraincendios transportar de forma segura a los bomberos, el vehículo y el equipamiento hacia el lugar de la emergencia, desde dicho lugar o hacia cualquier lugar donde haya que realizar un servicio. Una vez en el lugar de la emergencia, el conductor/operario debe ser capaz de maniobrar con el vehículo de forma rápida, segura y precisa. El conductor/operario también debe asegurarse de que el vehículo y el equipo que transporta están a punto en todo momento.

En general, los conductores/operarios deben ser adultos maduros y responsables y dar importancia a las cuestiones de seguridad. A causa de las muchas responsabilidades que recaen sobre ellos, a menudo en situaciones de emergencia estresantes, los conductores/operarios tienen que ser capaces de mantener la calma y mostrar una actitud dinámica bajo presión. Puede ser necesario realizar perfiles

psicológicos, pruebas de adicción a las drogas y al alcohol e investigaciones sobre el entorno del conductor/operario para garantizar que está preparado para aceptar la gran responsabilidad que implica este trabajo.

Para que el conductor/operario pueda desempeñar su trabajo del modo adecuado, debe poseer determinadas habilidades físicas y psíquicas. Suele ser cada jurisdicción la que determina los niveles requeridos de estas habilidades. Además, la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios) establece las cualificaciones mínimas para poder ser conductor/operario. Se exige también que el conductor/operario responsable de la utilización de una bomba contraincendios cumpla los requisitos de la NFPA 1001, *Standard for Fire Fighter Professional Qualifications* (Norma sobre las cualificaciones profesionales del



Figura 1.1 La capacidad de lectura es importante para las funciones de comprensión y funcionamiento de un terminal móvil de datos.

bombero) relativas al bombero I. En los siguientes apartados se comentan las habilidades físicas y mentales básicas que se exigen a un conductor/operario.

Capacidades físicas y habilidades que se exigen al conductor/operario

Todos los aspirantes a conductor/operario de vehículos de emergencia deben poseer una serie de habilidades cognitivas y físicas importantes. Las personas sin dichas cualidades no podrán ser candidatas a conductores/operarios a menos que puedan conseguirlos. A continuación, se exponen las habilidades más importantes.

Lectura

El conductor/operario debe saber leer, ya que se le exigirá constantemente que comprenda textos escritos. A continuación, se detallan algunos ejemplos de tareas que precisan una buena comprensión lectora:

- Interpretación de mapas
- Revisión de las instrucciones de funcionamiento del fabricante
- Estudio de los planes de prevención de incendios
- Revisión de las instrucciones de envío informatizadas e impresas
- Lectura de con un terminal móvil de datos (MTD) (véase la figura 1.1) y tareas relacionadas con él

Redacción

El conductor/operario también debe ser capaz de transmitir información completa y precisa por escrito. Existen diversas funciones del trabajo en que es necesario poseer capacidad de redacción, como, por ejemplo, cumplimentar informes de mantenimiento, pedir la reparación de equipos y realizar informes sobre incendios. Es necesario evaluar a todos los conductores operarios al respecto de la capacidad de redacción clara y concisa.

Matemáticas

Es importante que el conductor/operario posea conocimientos matemáticos básicos. Esto se debe a que el conductor/operario utiliza las matemáticas todos los días para realizar cálculos hidráulicos y en muchas otras situaciones. El conductor/operario debe ser capaz de sumar, restar, multiplicar, dividir fracciones y números enteros, así como de determinar raíces cuadradas. Asimismo, debe saber resolver ecuaciones simples como las utilizadas en problemas de pérdida de presión por fricción. A pesar de ello, en este manual no se revisan las operaciones matemáticas básicas. Si un candidato no las domina lo suficiente, hay que intentar proporcionarle la ayuda necesaria para corregir esta situación. Suelen ser algunas instituciones locales de formación las que ofrecen este tipo de programas, que no sólo servirán a los posibles candidatos, sino que también serán útiles para el conductor/operario que necesite refrescar sus conocimientos matemáticos.

Buen estado físico

El conductor/operario debe realizar a menudo actividades físicas agotadoras mientras prepara el vehículo en el lugar del incendio. Estas actividades son tareas como:

- Conectar un hidrante a una manguera de succión
- Tensar manualmente una línea de abastecimiento hasta alcanzar un hidrante
- Desplegar un tanque de agua portátil (véase la figura 1.2)

Como consecuencia, el conductor/operario debe estar preparado para llevar a cabo izamientos, dobleces y trabajos agotadores necesarios para completar las tareas mencionadas anteriormente. El conductor/operario debe pasar un examen médico periódico según la NFPA 1500, *Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program* (Norma de seguridad ocupacional y programa sanitario de los cuerpos de bomberos).

Requisitos de visión

El funcionamiento seguro de un vehículo depende en gran parte de la capacidad de visión del

conductor/operario. La NFPA 1582, *Standard on Medical Requirements for Fire Fighter* (Norma sobre los requisitos médicos del bombero), exige que el bombero posea una agudeza visual de 20/30 en distancias lejanas ya corregida con lentes de contacto o gafas. Asimismo, la norma contiene más información sobre la visión incorrecta y las enfermedades oculares. Si desea más detalles específicos, consulte la norma.

Requisitos de audición

Los vehículos de emergencia en camino hacia el lugar de la emergencia o en dicho lugar producen altos niveles de ruido. Entre el ruido de los motores, las sirenas, las bocinas de aire y el tráfico de radio, el conductor/operario debe ser capaz de reconocer diferentes sonidos y su importancia. Por ejemplo, debe ser capaz de distinguir la sirena de su vehículo de la de cualquier otro vehículo de emergencia.

Asimismo, debe ser capaz de concentrarse en sonidos concretos, como, por ejemplo, las instrucciones de radio que le indican cómo posicionar el vehículo. Si no oye bien las órdenes, puede ser que coloque el vehículo en un lugar menos eficaz o incluso en un lugar peligroso. La NFPA 1582 recomienda rechazar al candidato a bombero que tenga una pérdida auditiva de 25 decibelios o más en 3 de 4 frecuencias (500-1000-2000-3000 Hz) en el oído más deficiente y sin corrección. Asimismo, recomienda rechazar a un candidato con una pérdida mayor a 30 decibelios en cualquiera de estas tres frecuencias (500-1000-2000 Hz) y una pérdida media superior a los 30 decibelios en cuatro frecuencias (500-1000-2000-3000 Hz). Si desea información más detallada, consulte la NFPA 1582.

Otras habilidades

Existen algunas otras habilidades que, aunque no formen parte de los requisitos exigidos, ayudarán al conductor/operario a realizar sus tareas. Los conocimientos de mecánica ayudan a conocer el funcionamiento y mantenimiento del vehículo. Asimismo, dado que el conductor/operario suele estar al mando del vehículo mientras el oficial está ausente, si posee conocimientos de supervisión básicos, podrá ayudar a coordinar las actividades en el lugar del incendio.

Selección de los conductores/operarios

En los cuerpos de bomberos profesionales, los conductores/operarios suelen recibir un ascenso desde el grado de bomberos. Dicho ascenso se basa en un tiempo mínimo de servicio en el cuerpo de bomberos, en unas pruebas escritas y prácticas, o una combinación de ambos. Independientemente del método utilizado, los



Figura 1.2 Es posible que el conductor/operario deba realizar una serie de tareas agotadoras, como desplegar un tanque de agua portátil desde el lugar donde está almacenado hasta una determinada posición en el lugar del fuego.

ascensos deben basarse en las destrezas y habilidades, y no únicamente en la antigüedad o en el cargo.

Es posible que los cuerpos de bomberos voluntarios utilicen los mismos criterios que los cuerpos de bomberos profesionales para “ascender” a los bomberos. Lo más habitual es que los jefes de bomberos seleccionen a las personas que consideran más preparadas para tener la responsabilidad del funcionamiento del vehículo y las entrenan para alcanzar ese objetivo. Por regla general, el candidato deberá someterse a algún tipo de examen antes de poder obtener la cualificación de conductor/operario en llamadas de emergencia. Algunos cuerpos de bomberos voluntarios permiten modos alternativos para llegar al cargo de conductor/operario. Eso es habitual para los miembros que poseen experiencia como conductores de camiones. Para cumplir la NFPA 1002, estos candidatos deberán asistir y completar el curso de bombero I.

Cualquier cuerpo de bomberos, ya sea profesional, voluntario o industrial, debe disponer de un programa de entrenamiento exhaustivo para los aspirantes a conductor/operario de vehículo contraincendios. No basta con dejar que un bombero conduzca el camión unas pocas veces y mostrarle cómo funciona la bomba. Un programa de entrenamiento eficaz consiste en proporcionar la formación teórica y las prácticas necesarias, así como en realizar un examen para constatar que la persona está preparada para esa responsabilidad en una situación real. Si desea obtener más información sobre cómo elaborar un programa de entrenamiento para el conductor/operario, consulte la NFPA 1451 *Standard for a Fire Service Vehicle Operations*



Figura 1.3 El conductor/operario que utilice el vehículo de modo inadecuado y provoque un choque puede estar sujeto a sanciones penales y civiles. Gentileza de Ron Jeffers.

Training Program (Norma para elaborar un programa de entrenamiento en actuaciones con el vehículo contraincendios).

Reglamento de conducción

En EE.UU., el conductor/operario del vehículo contraincendios está regulado por leyes estatales, ordenanzas municipales y procedimientos de actuación normalizados (PAN) del cuerpo de bomberos. Todos los conductores/operarios deben conocer por completo todas las leyes y los PAN que les sean pertinentes. Se sabe que la ignorancia de las leyes y las ordenanzas no los exime de culpa en caso de infringirlas. Y lo que es aún más importante, desconocer o no seguir los PAN del cuerpo puede comportar consecuencias mortales durante las situaciones de emergencia o incluso de rutina.

Por regla general, el conductor/operario de un vehículo contraincendios está sujeto a todos los estatutos, las leyes y las ordenanzas por las que se rige cualquier operario de vehículo. La mayoría de leyes y estatutos sobre el funcionamiento de los vehículos de motor son de nivel estatal o provincial. Los estados o las provincias pueden definir qué se considera vehículo de emergencias y eximirlos de cumplir ciertas leyes o estatutos como, por ejemplo, respetar los límites de velocidad y los requisitos de aparcamiento. Los conductores/operarios deben comprender estas exenciones y sus parámetros; por ejemplo, puede que un estado o una provincia en particular permita que los vehículos de emergencia excedan el límite de velocidad señalado. Sin embargo, puede que especifique que esto sólo puede realizarse durante la respuesta a una

emergencia, con unas condiciones de carretera seguras y a una velocidad que no supere en más de 16 km/h (10mph) la velocidad máxima permitida para dicha carretera. Todo conductor/operario que sobrepase estos parámetros está sujeto a responsabilidades civiles y/o a una sanción.

La mayoría de reglamentos de conducción hacen referencia a carreteras despejadas y secas. El conductor/operario debe ajustar la velocidad para adaptarse a carreteras mojadas, a la oscuridad, a la niebla o a cualquier otra condición que haga más peligroso el funcionamiento normal de un vehículo de emergencia. En cualquier caso, el conductor/operario debe extremar las precauciones con el fin de proporcionar seguridad a las demás personas y debe mantener el control total del vehículo.

En la mayoría de jurisdicciones, los vehículos de emergencia no están exentos de las leyes que exigen que los vehículos se detengan cuando un autobús escolar indica con las luces de señalización rojas intermitentes que los niños están bajando o subiendo. El vehículo contraincendios sólo podrá proseguir su marcha cuando el conductor del autobús o un oficial de policía así lo indiquen. Incluso entonces, el conductor/operario debe continuar con cautela, ya que puede que los niños no se hayan dado cuenta de que se aproxima un vehículo contraincendios y que el conductor del autobús se haya asustado y haya dado la señal de avance antes de tiempo. Los conductores/operarios deben obedecer todas las señales y normas de tráfico al regresar al parque después de una alarma.

Las sentencias judiciales recientes disponen que, en caso de que un vehículo se vea implicado en una colisión, el conductor/operario que no obedezca los reglamentos de conducción estatales, locales o del cuerpo puede estar sujeto al procesamiento civil (véase la figura 1.3). Si el conductor/operario es negligente en la utilización de un vehículo de emergencia y se ve implicado en un accidente, tanto el conductor/operario como el cuerpo de bomberos pueden ser considerados responsables.

Requisitos para obtener el permiso

En EE.UU., el Departamento de transporte establece los requisitos básicos en lo que respecta a los permisos de conducción. El Ministerio de Transportes de Canadá posee la misma competencia. Otros países tienen organismos similares. Estos dos organismos establecen requisitos especiales para los permisos de conducción de camiones y de otros vehículos grandes. A pesar de que estas directivas son nacionales, cada estado de EE.UU. o

provincia de Canadá tiene competencias para modificarlas según crea conveniente para ajustarlas a su jurisdicción. Algunos estados y provincias exigen que el conductor/operario de vehículo contraincendios obtenga un permiso de conductor comercial para vehículos grandes. Otros eximen al personal del cuerpo de bomberos de estos requisitos de permiso. Todos los cuerpos de bomberos deben conocer los requisitos de su jurisdicción y asegurarse de que los conductores/operarios poseen los permisos necesarios.

Tipos de vehículos contraincendios equipados con bombas contraincendios

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información para que el lector pueda cumplir los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios) edición de 1998. Las partes de los requisitos de rendimiento laboral tratados en este capítulo están marcadas en negrita.

2-3.7* **Dados unos sistemas y equipos, las especificaciones y las instrucciones del fabricante y las políticas y los procedimientos del cuerpo para dichos sistemas y equipos, utilizar todos los sistemas y**

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios) Copyright© 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

equipos fijos del vehículo no mencionados específicamente en esta norma, de modo que todos los sistemas y los equipos funcionen de acuerdo con las instrucciones y políticas aplicables.

(a) **Conocimientos requeridos:** las especificaciones y procedimientos de funcionamiento del fabricante, así como los procedimientos y las políticas en vigor de la jurisdicción.

(b) **Habilidades requeridas:** desplegar el sistema o el equipo, encenderlo y controlarlo, así como reconocer los problemas del sistema y corregirlos.

Los vehículos contraincendios se clasifican según las funciones para las que han sido diseñados. Este capítulo trata sobre los diferentes tipos de vehículos contraincendios que pueden estar equipados con una bomba contraincendios. Aunque un gran número de vehículos disponen también de otros sistemas, como dispositivos elevadizos o herramientas de rescate, este manual se centra en la conducción del autobomba y la utilización de la bomba. Si desea más información sobre los dispositivos elevadizos, consulte el manual de la IFSTA *Fire Department Aerial Apparatus* (Manual del vehículo con dispositivos elevadizos del cuerpo de bomberos). Asimismo, si desea más información sobre los vehículos de rescate y los sistemas de herramientas de rescate que se utilizan, consulte el manual de la IFSTA *Principles of Extrication* (Principios de la descarcelación).



Figura 2.1a Autobomba fabricado a medida.



Figura 2.1b Autobomba montado sobre el bastidor de un camión comercial. Gentileza de Warren Gleitsmann.



Figura 2.2a Autobomba de rescate típico. Gentileza de Joel Woods.

Autobombas del cuerpo de bomberos

El principal propósito del autobomba del cuerpo de bomberos (también denominado *vehículo autobomba*, autobomba de combinación triple) es suministrar agua a la presión adecuada para crear chorros contraincendios (véanse las figuras 2.1 a y b). El agua suministrada por el autobomba puede proceder del depósito de agua del vehículo, de un hidrante contraincendios o de una fuente estática como, por ejemplo, un lago, una charca o un depósito portátil. La NFPA 1901, *Standard for Automotive Fire Apparatus* (Norma para los vehículos motorizados contraincendios), contiene los requisitos de diseño del autobomba. La norma especifica que la capacidad mínima de bombeo de estos vehículos debe ser de 3.000 L/min (750 gpm). A partir de ésta, la capacidad de bombeo de los autobombas aumenta de 1.000 en 1.000 L/min (de 250 en 250 gpm). Los autobombas de los cuerpo de bomberos municipales no suelen poseer capacidades superiores a los 8.000 L/min (2.000 gpm). Sin embargo, los autobombas industriales suelen sobrepasar esta capacidad con mucho.

Además de la bomba en sí, un autobomba del cuerpo de bomberos debe disponer de conexiones de toma y de descarga, controles de la bomba y del motor, indicadores y otros instrumentos para que el conductor/operario pueda utilizar la bomba. Asimismo, el autobomba debe estar equipado con una gran variedad de mangueras de diferentes tamaños y tipos. Éstas pueden ser mangueras de toma, mangueras de abastecimiento y mangueras de ataque.

Los autobombas del cuerpo de bomberos pueden transportar una amplia variedad de equipos portátiles, además del equipo para las funciones de chorros contraincendios y de abastecimiento de agua. La NFPA 1901 especifica un mínimo de equipo portátil que todo autobomba debe transportar. En el caso de un autobomba específico, las prácticas y los procedimientos locales determinarán el equipo que debe transportar. No

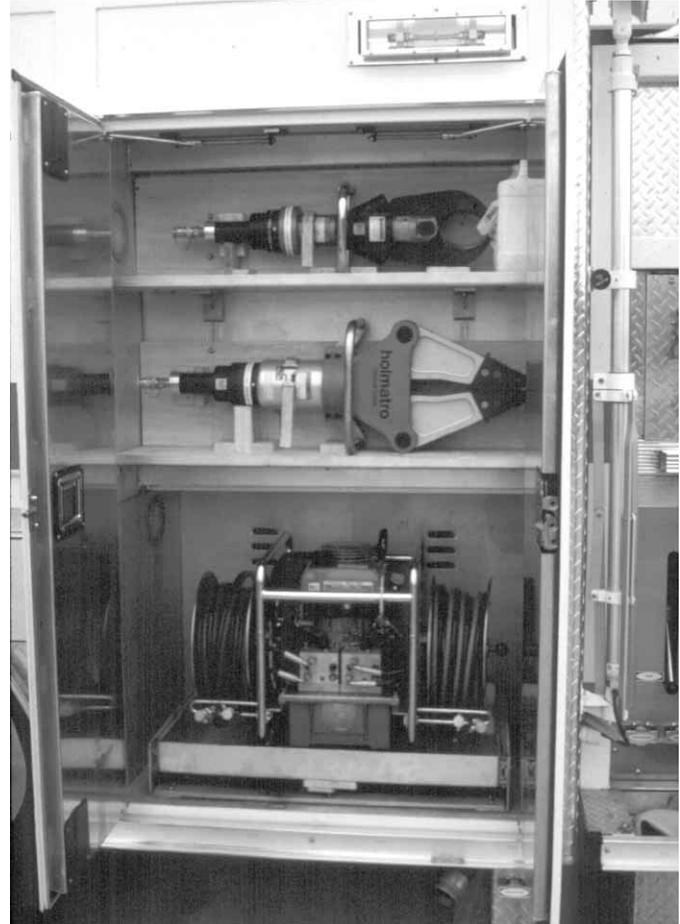


Figura 2.2b Los autobombas de rescate poseen compartimentos más grandes que los autobombas contraincendios normales.

obstante, a continuación se ofrece una lista con los tipos de equipos que pueden encontrarse en un autobomba.

- Escalas
- Aparatos de respiración autónoma (SCBA)
- Herramientas de rescate y descarceración
- Equipo de entrada forzada
- Equipo de salvamento
- Tanques de agua portátiles
- Equipo médico/de primeros auxilios

En los últimos años, se ha extendido mucho la costumbre de combinar las funciones de una compañía de rescate con las de un autobomba. Estos vehículos, comúnmente llamados *autobombas de rescate*, transportan todo el equipo normal de un autobomba, pero además transportan más herramientas de lo habitual para realizar tareas de rescate y descarceración (véanse las figuras 2.2 a y b). El compartimento de estos vehículos suele ser mayor que el del autobomba normal del cuerpo de bomberos. Según la naturaleza de la llamada, el personal del vehículo puede trabajar como una compañía de autobomba o como una compañía de rescate.

Autobombas con dispositivos para espuma

Los cuerpos de bomberos municipales, industriales y de aeropuerto suelen disponer de autobombas capaces de descargar espuma contraincendios sobre incendios de clase A (combustibles normales) y/o de clase B (líquidos y gases inflamables y combustibles) (véanse las figuras 2.3 a y b). Un gran número de instalaciones industriales que contienen grandes cantidades de líquidos inflamables y combustibles están equipadas con autobombas con gran capacidad para espuma. El personal entrenado del cuerpo de bomberos del lugar es el que opera estos autobombas. Aunque pueden estar equipados para descargar agua normal sobre incendios de clase A, la mayoría de autobombas industriales con dispositivos para espuma están diseñados, principalmente, para producir grandes cantidades de solución de espuma con el propósito de combatir incendios de clase B y controlar derrames. Los autobombas industriales con dispositivos para espuma se fabrican siguiendo los requisitos de la NFPA 11C, *Standard for Mobile Foam Apparatus* (Norma para los vehículos con dispositivos para espuma), y de la NFPA 1901.

Los autobombas municipales e industriales con dispositivos para espuma pueden estar equipados con sistemas de dosificación de espuma alrededor de la bomba, de inyección directa y de presión equilibrada. La mayoría de autobombas industriales grandes con dispositivos para espuma utilizan algún tipo de sistema de dosificación de presión equilibrada por su fiabilidad a la hora de dosificar espuma en caudales grandes. Los vehículos están equipados con bombas contraincendios con una capacidad de entre 4.000 y 12.000 L/min (de entre 1.000 y 3.000 gpm) o más. Algunos poseen sistemas de dosificación de espuma con capacidades superiores a la capacidad de bombeo del vehículo. La mayoría de autobombas industriales con dispositivos para espuma dispone de un depósito grande para el concentrado de espuma. Estos depósitos contienen entre 2.000 y 6.000 L (entre 500 y 1.500 galones) de concentrado. Los vehículos suelen estar equipados con una torre fija de espuma/agua capaz de descargar la capacidad completa del autobomba. El vehículo puede estar montado sobre un bastidor a medida o sobre el bastidor de un camión comercial.

Algunos cuerpos de bomberos municipales deciden equipar a los autobombas con sistemas fijos de espuma de clase A y/o B. Las espumas de clase A se utilizan para combatir incendios del tipo al que suelen enfrentarse los bomberos municipales (incendios en vehículos, en estructuras, incendios forestales, etc.). Los sistemas de espuma de clase B permiten a los bomberos controlar pequeños incendios y derrames de líquidos inflamables y combustibles. La NFPA 1901 describe los requisitos para estos vehículos.



Figura 2.3a Los autobombas de aeropuertos suelen tener dispositivos para espuma. *Gentileza de Joel Woods.*



Figura 2.3b Los autobombas de instalaciones industriales suelen disponer de depósitos para el concentrado de espuma y sistemas de dosificación grandes. *Gentileza de Ron Jeffers.*

Los sistemas de espuma de clase A instalados en los vehículos contraincendios municipales pueden ser de alta energía o de baja energía, tal y como se describen en el capítulo 8. Independientemente de cuáles sean los sistemas utilizados, sólo unas pocas salidas podrán descargar solución de espuma. Los vehículos equipados con sistemas de alta energía requieren también un compresor de aire grande.

Los sistemas de dosificación de espuma que se utilizan en vehículos contraincendios municipales son versiones a escala reducida de los descritos anteriormente para los vehículos industriales. Los vehículos contraincendios municipales equipados con sistemas de espuma disponen también de depósitos de concentrado de espuma para abastecer el sistema. Los tamaños más habituales de depósitos de espuma para vehículos contraincendios municipales son de entre 80 y 400 L (de entre 20 y 100 galones). Estos depósitos están diseñados para que puedan rellenarse con bidones de 20 L (5 galones) si es necesario (véase la figura 2.4).

Si desea información más detallada sobre los sistemas de espuma y las actuaciones con espuma, consulte el capítulo 15 de este manual.



Figura 2.4 La mayoría de autobombas municipales equipados con depósitos de espuma se rellenan con bidones de 20 L (5 galones).

Autobombas con dispositivos de agua elevadizos

Numerosos cuerpos de bomberos deciden equipar los autobombas con dispositivos de agua elevadizos (véanse las figuras 2.5 a y b). Estos dispositivos proporcionan un modo de descargar chorros contraincendios desde boquillas elevadas. Mediante el uso de brazos articulados y tuberías telescópicas, pueden montarse torres hidráulicas en autobombas para formar una unidad combinada. Los dispositivos de agua elevadizos pueden utilizarse para aplicar chorros contraincendios hacia las plantas inferiores de un edificio. Estos dispositivos suelen tener una altura de entre 15 y 23 m (entre 50 y 75 pies). Su funcionamiento se trata en el manual de la *IFSTA Fire Department Aerial Apparatus* (Manual del vehículo con dispositivos elevadizos del cuerpo de bomberos).

Vehículos de ataque inicial

Algunos cuerpos de bomberos utilizan vehículos de ataque inicial en sus actuaciones diarias. Estos vehículos no son más que versiones a escala reducida de los autobombas del cuerpo de bomberos descritos



Figura 2.5a Autobomba equipado con un dispositivo telescópico de chorro maestro elevado. *Gentileza de Dermot Scales.*



Figura 2.5b Autobomba equipado con un dispositivo articulado de chorro maestro elevado. *Gentileza de Joel Woods.*

anteriormente en ese capítulo. El capítulo 4 de la NFPA 1901 describe los requisitos específicos para el diseño de vehículos de ataque inicial. A pesar de que la norma no cita estos términos, Los fabricantes y los cuerpos de bomberos establecen dos categorías que se denominan respectivamente autobomba de ataque inicial pequeño y autobomba de ataque inicial mediano..

Autobomba de ataque inicial pequeño

Los autobombas más pequeños de ataque rápido, conocidos como *autobombas de ataque inicial pequeños*, están diseñados para controlar pequeños incendios que no requieren la capacidad o el personal necesarios de los autobombas mayores (véase la figura 2.6). La utilización de autobombas de ataque inicial pequeños permite al cuerpo de bomberos iniciar un ataque más rápido que si utilizara autobombas de tamaño normal. Un gran número de ellos está equipado con tracción a las cuatro ruedas, lo que permite una conducción eficaz en zonas no pavimentadas.

Los autobombas de ataque inicial pequeños suelen montarse en bastidores de una tonelada con armazones fabricados a medida. La mayoría dispone de bombas con



Figura 2.6 Los autobombas de ataque inicial pequeños están montados sobre un bastidor ligero de camión.

una capacidad inferior a 2.000 L/min (500 gpm), aunque algunos pueden tener bombas de hasta 4.000 L/min (1.000 gpm). Asimismo, los autobombas de ataque inicial pequeños transportan la mayor parte del equipo que llevan los autobombas más grandes, aunque en cantidades menores. Además, algunos autobombas de ataque inicial pequeños transportan equipos básicos para la asistencia médica y para la descarceración, lo que permite utilizarlos como unidad de rescate y como unidad de lucha contraincendios. Algunos autobombas de ataque inicial pequeños están equipados con una torre que puede abastecerse directamente de otro autobomba. El tamaño reducido y la maniobrabilidad de este tipo de vehículo le permiten acceder a espacios reducidos para colocar chorros maestros.

Autobombas de ataque inicial medianos

Los autobombas de ataque inicial medianos se utilizan para el mismo tipo de situaciones que los autobombas de ataque inicial pequeños. Un *autobomba de ataque inicial mediano* es adecuado para incendios pequeños como incendios de hierba y en contenedores, así como para responder a llamadas que no necesitan ni la capacidad ni el personal de un autobomba mayor (véase la figura 2.7). Los autobombas de ataque inicial medianos también ofrecen la posibilidad de empezar un ataque inicial a incendios mayores.

Los autobombas medianos suelen construirse sobre un bastidor con un peso bruto del vehículo de 5.443 kg (12.000 libras). Las principales diferencias entre el autobomba de ataque inicial mediano y el pequeño son el tamaño, la capacidad de bombeo y la cantidad de equipo transportado. Los autobombas de ataque inicial medianos suelen estar equipados con bombas con una capacidad de 4.000 L/min (1.000 gpm). Estas unidades suelen transportar el mismo tipo de equipo que un autobomba grande, como mangueras, escalas y otros equipos contraincendios. Algunos autobombas de



Figura 2.7 Autobomba de ataque inicial mediano. *Gentileza de Ron Jeffers.*

ataque inicial medianos también transportan equipos básicos para la asistencia médica y para la descarceración, por lo que pueden utilizarse como vehículos de rescate y como vehículos contraincendios.

Vehículo de abastecimiento de agua

Los *vehículos de abastecimiento de agua*, conocidos como cisternas o camiones cisterna, se utilizan habitualmente para transportar agua hasta áreas alejadas de los sistemas de abastecimiento de agua o hasta áreas donde el abastecimiento de agua no es adecuado (véanse las figuras de la 2.8 a hasta la 2.8 c). La mayoría de autobombas de ataque transportan agua pero no lo hacen en cantidades suficientes para abastecer un ataque prolongado. Los vehículos de abastecimiento de agua suelen disponer cisternas de agua mayores que las de los autobombas normales. Los requisitos específicos del diseño de vehículos para el abastecimiento de agua se describen en el capítulo 5 de la NFPA 1901.

El tamaño de la cisterna de agua de uno de estos vehículos depende de una serie de variables:

- **Terreno:** es posible el vehículo de abastecimiento de agua deba subir por cuestas empinadas o trabajar en carreteras sinuosas.
- **Límites de peso en puentes:** es posible que los puentes del distrito donde suele dar respuesta el cuerpo de bomberos sean demasiado viejos o no estén diseñados para soportar el peso de vehículos de abastecimiento de agua. Esto puede suponer un peligro para los bomberos, ya que, si no existen rutas alternativas, no les queda más remedio que conducir por esos puentes.
- **Restricciones de presupuesto:** puede que el cuerpo de bomberos no disponga del dinero suficiente para comprar un vehículo de abastecimiento de agua.
- **Tamaño de otros vehículos de abastecimiento de agua en el área:** los transvases de agua son más fáciles de



Figura 2.8a Las cisternas elípticas sólo están diseñadas para transportar agua hasta el lugar del incendio. *Gentileza de Joel Woods.*



Figura 2.8b Algunos camiones cisterna poseen una carrocería parecida a la de un autobombas. *Gentileza de Ron Bogardus.*



Figura 2.8c Las jurisdicciones con importantes problemas de abastecimiento de agua suelen utilizar camiones cisterna semirremolque grandes. *Gentileza de Bob Esposito.*

realizar si se utilizan vehículos de abastecimiento de agua del mismo tamaño o de tamaño parecido.

Según la NFPA 1901, el vehículo debe transportar un mínimo de 3.785 L (1.000 galones) para que pueda considerarse vehículo de abastecimiento de agua. La distribución del peso y los requisitos de la carga suelen limitar la capacidad de la cisterna a 6.000 L (1.500 galones) o menos en los vehículos que sólo disponen de un eje trasero. Si se recomienda que la cisterna tenga una capacidad mayor a 6.000 L (1.500 galones), hay que considerar los diseños con ejes traseros dobles o triples, o los vehículos tractores con remolque.



Figura 2.9 En algunas jurisdicciones, el camión cisterna y el autobombas de ataque están unidos directamente por un tramo corto de manguera. Esto se denomina operación de “cisterna nodriza”.

Durante el diseño de un vehículo para el abastecimiento de agua, es necesario tener en cuenta los siguientes requisitos. Éstos permiten que el vehículo transporte el agua de modo eficaz.

- Capacidad adecuada, pero razonable de la cisterna de agua
- Proporción adecuada de llenado
- Tiempo de vaciado adecuado
- Suspensión y dirección adecuadas
- Bastidor de tamaño adecuado
- Autobomba del tamaño adecuado para el tamaño de la cisterna y el terreno
- Capacidad de frenado suficiente
- Montaje adecuado de la cisterna
- Un sistema de choque para la cisterna seguro y adecuado
- Capacidad para descargar agua desde los laterales o desde la parte trasera del vehículo

Los vehículos de abastecimiento de agua se utilizan como vehículos de apoyo para autobombas que atacan un incendio. Existen dos métodos básicos para utilizar un vehículo de abastecimiento de agua. En primer lugar, el vehículo puede actuar como depósito o como “cisterna nodriza” para algunos incendios. Con este método, el vehículo puede aparcarse en el lugar del incendio o cerca de éste y los autobombas pueden abastecerse directamente de las cisternas de los vehículos de abastecimiento de agua (véase la figura 2.9). El segundo método consiste en utilizar el vehículo de abastecimiento de agua en una actuación de transvase de agua. En estas actuaciones, los vehículos de abastecimiento de agua descargan el agua en un depósito portátil de agua o en una cisterna nodriza y regresan al lugar de llenado por más agua (véase la figura



Figura 2.10 La utilización de depósitos portátiles de agua es el método más eficaz para proporcionar un abastecimiento continuo de agua mediante camiones cisterna.

2.10). Si desea más información sobre el uso y el diseño adecuados de un vehículo de abastecimiento de agua, consulte el capítulo 14 de este manual.

Vehículos contra incendios forestales

Para controlar los incendios en el sotobosque suelen ser necesarios vehículos ligeros, muy maniobrables y capaces de acceder a lugares que resultan inaccesibles para los vehículos de mayor tamaño. Los vehículos contra incendios adaptados específicamente para la lucha contra incendios en el sotobosque están diseñados para cumplir estos requisitos. Estas unidades suelen estar fabricadas sobre bastidores de vehículos de una tonelada o de más peso y la mayoría poseen tracción a las cuatro ruedas. La mayoría de *vehículos contra incendios forestales*, también conocidos como *vehículos nodriza*, disponen de capacidades de bombeo y cisternas de tamaño inferiores a 2.000 L (500 galones) (véanse las figuras 2.11 a y b). Sin embargo, algunas jurisdicciones disponen de vehículos contra incendios forestales con una capacidad de bombeo de hasta 4.000 L/min (1.000 gpm) (véanse las figuras 2.12 a y b).

La capacidad de “bombeo en movimiento” es una ventaja muy importante cuando se combaten incendios en el sotobosque. Los vehículos capaces de realizar bombeo en movimiento utilizan un motor independiente o una toma de fuerza para suministrar energía a la bomba (véase la figura 2.13). Esto permite al vehículo descargar agua al mismo tiempo que se desplaza hacia el fuego. Existen dos métodos adecuados para realizar un ataque al fuego en movimiento. El primero consiste en que los bomberos utilicen pequeños tramos de manguera de ataque para avanzar caminando al lado del vehículo y extinguir así el fuego mientras avanzan. El segundo consiste en utilizar boquillas controladas desde el interior de la cabina (véase



Figura 2.11a Vehículo pequeño contra incendios forestales.



Figura 2.11b Los vehículos pequeños contra incendios forestales suelen estar montados sobre un bastidor de camión de una tonelada.



Figura 2.12a Algunas jurisdicciones utilizan vehículos grandes contra incendios forestales.



Figura 2.12b Vehículo grande contra incendios forestales.

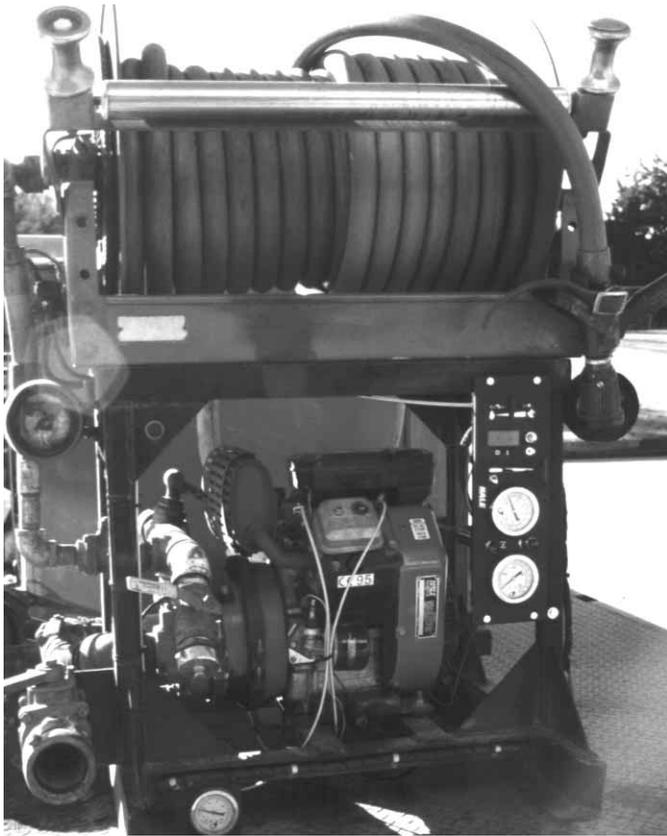


Figura 2.13 La mayoría de vehículos contra incendios forestales utiliza una bomba que funciona con un motor auxiliar.

la figura 2.14). Algunas jurisdicciones diseñan los vehículos de modo que los bomberos puedan ir montados en el exterior y descargar agua mientras el vehículo avanza, lo que constituye una violación de la NFPA 1500, *Standard for Fire Department Occupational Safety and Health Program* (Norma de seguridad ocupacional y programa sanitario de los cuerpos de bomberos).

ADVERTENCIA

Es peligroso ir montado en el exterior de cualquier vehículo, excepto durante las actuaciones de carga de mangueras de abastecimiento realizadas a velocidad reducida. La IFSTA considera que montarse en el exterior del vehículo no es un método seguro para atacar al fuego.

La mayoría de vehículos contra incendios forestales transportan mangueras nodrizas, mangueras forestales o líneas de ataque de pequeño diámetro (normalmente de 38 mm [1,5 pulgadas]). Además de las boquillas controladas a distancia anteriormente mencionadas, los vehículos pueden estar equipados con boquillas de barrido de suelo (véase la figura 2.15). Las boquillas de



Figura 2.14 Las boquillas controladas a distancia ubicadas en el parachoques delantero eliminan la necesidad de ir montado en el exterior del vehículo durante las actuaciones de bombeo en movimiento.



Figura 2.15 Las boquillas de barrido de suelo ayudan a proteger el bastidor del vehículo.

barrido de suelo sirven para proteger la parte frontal del vehículo y extinguir incendios pequeños en zonas de vegetación corta al tiempo que el vehículo avanza.

Durante los últimos años, la práctica de equipar vehículos contra incendios forestales con sistemas de espuma de clase A se ha incrementado. Los agentes de espuma de clase A son extraordinariamente eficaces para atacar incendios forestales y proteger los alrededores. En estos vehículos, se utilizan tanto los sistemas de espuma de alta energía como los de baja energía. Si desea más información sobre estos sistemas para producir espuma, puede encontrarla en el capítulo 8 de este manual.

Las cisternas nodriza de los vehículos contra incendios forestales tienen una gama que va desde aproximadamente los 200 L (50 galones) que transportan los Jeeps hasta los más de 4.000 L (1.000 galones) que llevan los vehículos más grandes. Es necesario prestar especial atención a la elección del vehículo adecuado para las condiciones del terreno y el suelo del área que el vehículo protegerá. Las cisternas de agua deben estar divididas en compartimentos para mantener la estabilidad del vehículo al girar o conducir sobre terreno abrupto. Las cisternas y el equipo deben montarse de modo que el vehículo no tenga demasiado peso en la parte superior.



Figura 2.16a Vehículo principal de rescate y lucha contra incendios en aeronaves. *Gentileza de Joel Woods.*



Figura 2.17a Los vehículos de intervención rápida para rescate y lucha contra incendios en aeronaves son menores que los vehículos principales de rescate y lucha contra incendios en aeronaves. *Gentileza de Joel Woods.*



Figura 2.16b Vehículo principal de rescate y lucha contra incendios en aeronaves. *Gentileza de Joel Woods.*



Figura 2.17b Típico vehículo de intervención rápida para el rescate y la lucha contra incendios en aeronaves.

Si desea más información sobre los requisitos para el diseño de un vehículo contra incendios forestales, consulte la NFPA 1906, *Standard for Wildland Fire Apparatus* (Norma sobre los vehículos contra incendios forestales). Si desea más información sobre la lucha contra incendios forestales, consulte el manual de la IFSTA *Fundamentals of Wildland Fire Fighting* (Fundamentos de la lucha contra incendios forestales).

Vehículos contra incendios en aeronaves

Los *vehículos de rescate y lucha contra incendios en aeronaves* se utilizan para la supresión inmediata de los incendios en líquidos inflamables y de los vapores de los derrames en los aeropuertos. En algunas ocasiones, es posible que los vehículos de rescate y lucha contra incendios en aeronaves deban prestar asistencia a los bomberos municipales en incidentes de líquidos inflamables a gran escala fuera del aeropuerto.

Los requisitos para este tipo de vehículos se encuentran en la NFPA 414, *Standard for Aircraft Rescue and Fire Fighting Vehicles* (Norma para los vehículos de rescate y lucha contra incendios en aeronaves). La NFPA

414 clasifica a los vehículos de rescate y lucha contra incendios en aeronaves en tres grupos generales:

- Vehículos de lucha contraincendios grandes (véanse las figuras 2.16 a y b)
- Vehículos de intervención rápida (VIR) (véanse las figuras 2.17 a y b)
- Vehículos de agentes combinados (véanse las figuras 2.18 a y b)

Aunque la información de este apartado se basa en la NFPA 414, existen otras fuentes de información y requisitos para los vehículos de rescate y lucha contra incendios en aeronaves. Los requisitos adicionales para los aeropuertos de EE.UU. se incluyen en *Federal Aviation Regulation* (FAR) (Reglamento federal de aviación de EE.UU.) 14 CFR parte 139, *Certification and Operations; Land Airports Serving Certain Air Carriers* (Certificaciones y operaciones: aeropuertos de tierra que sirven a determinadas compañías aéreas). Los aeropuertos fuera de EE.UU. se rigen por el anexo 14 "Aeródromos" de los Estándares internacionales y prácticas recomendadas de la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI). Existen otras dos fuentes útiles de información:



Figura 2.18a Los vehículos de agente combinado transportan agentes extintores de polvo químico seco y espuma.



Figura 2.19a Los barcos-bomba grandes pueden desplegar chorros maestros potentes. Gentileza de Ron Jeffers.



Figura 2.18b Vehículo de agente combinado para el rescate y la lucha contra incendios en aeronaves. Gentileza de Joel Woods.



Figura 2.19b Los barcos-bomba pequeños pueden maniobrar en aguas que no son lo suficientemente profundas para barcos de mayor tamaño. Gentileza de Ron Jeffers.

- La circular informativa 150/5220-10 *Guide Specifications for Water/Foam Type Aircraft Fire and Rescue Trucks* (Especificaciones guía para los vehículos de rescate y lucha contra incendios en aeronaves con dispositivos para agua/espuma) de la *Federal Aviation Administration* (FAA) (Administración federal de aviación de EE.UU.)
- La circular informativa de la FAA 150/5220-14A, *Airport Fire and Rescue Vehicle Specification Guide* (Guía de especificaciones para el vehículo de rescate y lucha contra incendios en aeropuertos)

Si desea más información sobre los vehículos de rescate y lucha contra incendios en aeronaves y las actuaciones que llevan a cabo, consulte el manual de la IFSTA *Rescate y lucha contraincendios en aeronaves*.

Barcos-bomba

Los barcos-bomba se utilizan en ciudades con puerto para proteger dársenas, muelles, embarcaderos y barcos. Un *barco-bomba* puede ser una embarcación de poco calado, pequeña y rápida o puede tener el tamaño de un

remolcador de río, de puerto o de alta mar, según las tareas que deba realizar y el área que cubra (véanse las figuras 2.19 a y b). Asimismo, la cantidad de personal variará en función del tamaño del barco. Las funciones que realiza un barco-bomba pueden ser rescates sobre hielo o sobre agua, lucha contraincendios y abastecimiento de agua a vehículos en tierra. Las dos actuaciones contraincendios para las que los barcos-bomba están mejor adaptados son el bombeo a través de dispositivos de chorro maestro y el abastecimiento adicional de agua para las actuaciones de lucha contraincendios en tierra. Los barcos-bomba están preparados para descargar un máximo de 98.420 L/min (26.000 gpm). Suelen utilizarse torres de chorro maestro individuales que descargan entre 8.000 y 11.500 L/min (entre 2.000 y 3.000 gpm).

Algunos barcos-bomba menores están propulsados por inyección de agua o son anfibios. La mayoría de los barcos de gran tonelaje están propulsados por motores diesel especiales para embarcaciones. Asimismo, existen motores de función doble para la propulsión y el bombeo.

Vehículos con dispositivos elevadizos y equipados con bombas contra incendios

Un gran número de cuerpos de bomberos decide colocar bombas contra incendios en los vehículos con dispositivos elevadizos (véanse las figuras 2.20 a, b y c). A continuación, se ofrecen los motivos para colocar bombas contra incendios en los vehículos con dispositivos elevadizos:

- Según la naturaleza de la llamada, el vehículo puede realizar las funciones de una compañía de vehículo-escala o de una compañía de autobomba, o puede realizar las funciones de ambas compañías, siempre y cuando disponga del personal suficiente. Esto proporciona una mayor flexibilidad al cuerpo de bomberos. A pesar de ello, hay que tener presente que debe situarse el vehículo considerando que el dispositivo elevadizo es el elemento de mayor prioridad. Eso se debe a que, aunque sólo dispone de un número limitado de dispositivos elevadores, siempre puede conseguir uno o dos tramos adicionales de manguera, si es necesario.
- Los vehículos serán capaces de suministrar agua al chorro maestro elevado.
- El vehículo puede utilizarse para extinguir los incendios pequeños que se encuentren, si no hay ninguna compañía de autobomba en el lugar.
- El vehículo puede protegerse así mismo en las situaciones de elevado calor radiante.

Los vehículos equipados con un dispositivo elevadizo, escalas de suelo, bombas contra incendios, una cisterna de agua y mangueras contra incendios suelen denominarse *vehículo de combinación quintuple*. Los *vehículos de combinación cuádruple*, que ahora ya no son muy habituales en los cuerpos de bomberos, no son más que compañías de autobomba que transportan muchas escalas pero que no tienen un dispositivo elevadizo grande.

El tamaño de la bomba del vehículo con dispositivo elevadizo variará según las preferencias de la jurisdicción local. La NFPA 1901 especifica que la capacidad mínima de un vehículo con dispositivo elevadizo debe ser de 946 L/min (250 gpm) a 1.035 kPa (150 lb/pulg²). No obstante, si se va a considerar que el vehículo es de combinación quintuple, la bomba debe tener una capacidad mínima de 3.000 L/min (750 gpm). Los cuerpos que sólo están interesados en utilizar el vehículo con dispositivos elevadizos para apagar incendios pequeños o para que se proteja a sí mismo tendrán vehículos con bombas pequeñas. Los cuerpos de bomberos que quieren que el vehículo con dispositivos elevadizos posea las mismas prestaciones



Figura 2.20a Muchos vehículos con escalas elevadizas están equipados con bombas contra incendios.



Figura 2.20b Las plataformas elevadizas suelen disponer de bombas contra incendios para mejorar la eficacia en las actuaciones con chorros maestros elevados.



Figura 2.20c En los últimos años, ha crecido el uso de autobombas pequeñas de combinación quintuple.

que el de una compañía autobomba normal pueden disponer de bombas de hasta 8.000 L/min (2.000 gpm).

Este manual ofrece información acerca del funcionamiento de las bombas contra incendios que pueden encontrarse en un vehículo con dispositivos elevadizos. No obstante, si desea más información sobre los dispositivos elevadizos y sus complementos, consulte el manual de la IFSTA *Fire Department Aerial Apparatus* (Manual del vehículo con dispositivos elevadizos del cuerpo de bomberos).



Figura 2.21 Algunos vehículos de rescate están equipados con bombas de ataque y cisternas de agua pequeñas, por lo que ofrecen una protección contraincendios inferior a la de los autobombas de rescate.

Vehículos de rescate equipados con bombas contraincendios

Algunos cuerpos de bomberos deciden equipar los vehículos de rescate con una bomba pequeña y una cisterna de agua con el fin de controlar incendios pequeños y proporcionar líneas de mangueras protectoras al lugar del incidente (véase la figura 2.21). Estos vehículos se diferencian de los autobombas de rescate descritos anteriormente en este capítulo en que no gozan de las prestaciones de un autobomba grande. Estos dispositivos suelen tener una bomba con una capacidad de 2.000 L/min (500 gpm) o menos. Asimismo, suelen transportar 2.000 L (500 galones) de agua o menos. Además, algunos de estos vehículos pueden estar equipados con sistemas de dosificación de espuma y un depósito de concentrado de espuma.

Lo más habitual es que la bomba y la cisterna de agua estén ubicadas en el interior de alguno de los

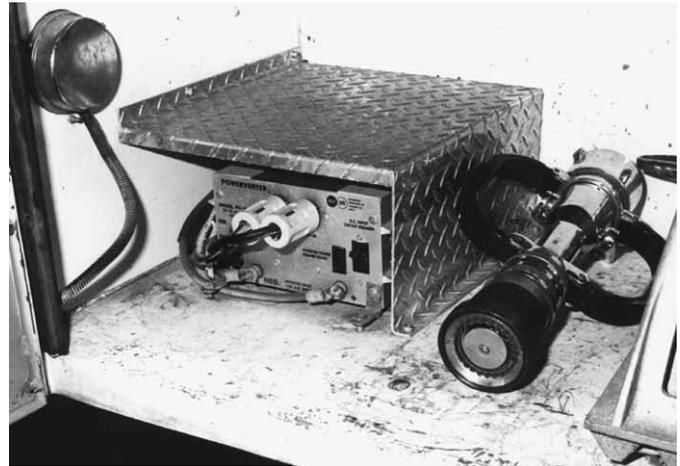


Figura 2.22 Los convertidores proporcionan una cantidad limitada de energía eléctrica para las actuaciones de emergencia.

compartimentos del vehículo. Para acceder a los controles de la bomba, a las tomas y a las descargas, será necesario abrir la puerta del compartimento. Las líneas preconectadas de mangueras de ataque pueden encontrarse en el compartimento, en el exterior del vehículo o en el parachoques delantero del vehículo. Algunos vehículos pueden disponer de carretes nodriza ubicados en algún lugar del vehículo.

Algunas jurisdicciones deciden equipar a las ambulancias con bombas y depósitos pequeños. El diseño de estas unidades es similar al descrito anteriormente para los vehículos de rescate. Las ambulancias con este equipo adicional suelen estar montadas sobre bastidores mayores que el del vehículo normal de una tonelada utilizado en la mayoría de ambulancias.

Sistemas especiales montados en vehículos

Existe una gran variedad de sistemas especiales que suelen montarse en vehículos contraincendios. En la mayoría de jurisdicciones, el conductor/operario es la persona responsable de la utilización de estos sistemas, además de la bomba contraincendios o del dispositivo elevador. Aunque los procedimientos exactos para utilizar estos sistemas varían según el fabricante y el diseño del equipo en cuestión montado en el vehículo, los apartados siguientes ofrecen información general sobre los tipos de equipos especiales que pueden encontrarse en los vehículos. Consulte el manual del propietario para conocer las instrucciones de funcionamiento exactas.

Equipo para generar energía eléctrica

Aunque una vez fue el baluarte de los vehículos especializados y de rescate, cada vez hay más vehículos

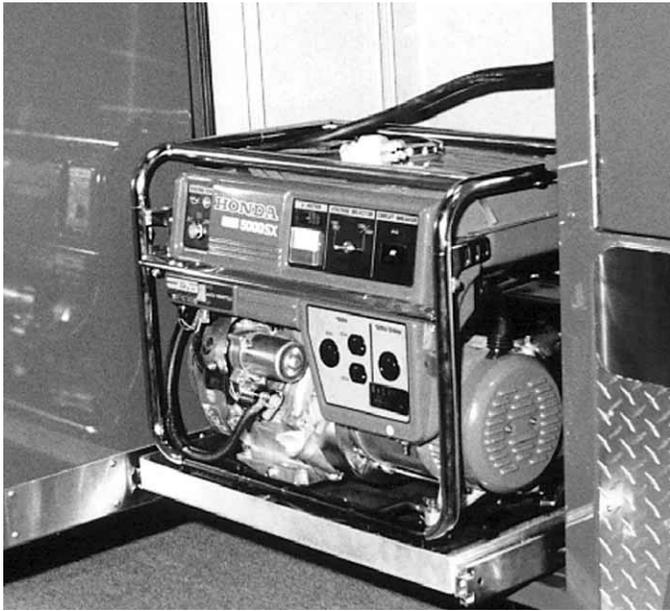


Figure 2.23 Muchos vehículos transportan generadores eléctricos portátiles en un compartimento.

autobomba con equipos para generar energía eléctrica. Este equipo se utiliza para suministrar energía al alumbrado y a otras herramientas o equipos eléctricos que pueden ser necesarios en el lugar de la emergencia.

Si la jurisdicción local determina que no es necesario que los vehículos autobomba generen grandes cantidades de energía, dichos vehículos dispondrán de convertidores (alternadores) (véase la figura 2.22). Un *convertidor* es un transformador elevador de voltaje que convierte la corriente continua del vehículo de 12 ó 24 voltios corriente en alterna de 110 ó 220 voltios. Las ventajas de los convertidores son la eficacia del combustible y la ausencia de ruido o el poco ruido que hace durante su utilización. Los inconvenientes son que dispone de prestaciones reducidas y que es difícil extraerlo del vehículo para utilizarlo en otro lugar. Estas unidades suelen ser capaces de proporcionar unos 1.500 vatios (1,5 kW) de energía eléctrica. La utilización más habitual suele ser suministrar energía al alumbrado montado en el vehículo.

Los generadores son la fuente de energía utilizada más habitualmente por los servicios de emergencia. Pueden ser portátiles o estar fijados al vehículo. Los generadores portátiles se alimentan de pequeños motores diesel o de gasolina y suelen tener capacidades de 110 y/o 220 voltios. Pueden utilizarse en el compartimento del vehículo o transportarse hasta un lugar lejano (véase la figura 2.23). La mayoría de generadores portátiles están diseñados para que los transporten una o dos personas. Son muy útiles cuando se necesita energía eléctrica en una zona a la que no se puede acceder con un sistema montado en el



Figura 2.24 Los generadores fijos pueden proporcionar una cantidad de energía considerablemente superior a la de los generadores portátiles.

vehículo. Existe una amplia gama de generadores portátiles con diferentes capacidades para generar energía que pueden llegar hasta los 5.000 vatios (5 kW).

Los generadores montados sobre vehículos suelen tener una capacidad superior a la de las unidades portátiles. Además de proporcionar energía a las herramientas portátiles, los generadores montados sobre vehículos alimentan al sistema de alumbrado del vehículo (véase la figura 2.24). Los generadores montados sobre vehículos pueden alimentarse mediante motores diesel, de gasolina o de propano, o mediante sistemas hidráulicos o tomas de fuerza. El alumbrado fijo suele conectarse directamente a la unidad mediante un interruptor y, además, se proporcionan enchufes para el otro equipo. Estos grupos electrógenos que suelen tener entre 110 y 220 voltios; y es habitual que en los autobombas alcancen potencias de 12.000 vatios (12 kW). Los generadores de los vehículos de rescate suelen mayores que los de los autobombas y suelen alcanzar hasta 50.000 vatios (50 kW). Los generadores montados sobre vehículos, especialmente aquellos que se alimentan de autobombas separados, son ruidosos y resulta difícil hablar cerca de ellos.

Equipo para iluminar el lugar de un incidente y para distribuir la energía eléctrica

Los autobombas de los cuerpos de bomberos más modernos poseen equipos montados en el vehículo destinados a iluminar el lugar de un incidente y distribuir la energía eléctrica. El conductor/operario debe conocer la ubicación y la utilización correctas de este equipo.

El equipo de iluminación puede dividirse en dos categorías: portátil y fijo. Las lámparas portátiles se utilizan en caso de que las luces fijas no alcancen a iluminar el lugar o de que sea preciso utilizar iluminación adicional. Las lámparas *portátiles* suelen



Figura 2.25 Las lámparas portátiles pueden utilizarse en cualquier sitio del lugar de emergencia.



Figura 2.26 El trípode elimina la necesidad de que alguien tenga que sostener la lámpara.



Figura 2.27 Estas lámparas pueden elevarse y girarse manualmente.



Figura 2.28 Los grupos más complejos de lámparas suelen elevarse mecánicamente.

tener una potencia de entre 300 y 1.000 vatios. Pueden recibir la energía desde un cable conectado al grupo electrógeno o pueden ser unidades autónomas. Estas lámparas suelen disponer de mangos por donde agarrarlas con más seguridad y una base grande para que permanezcan estables una vez colocadas en su lugar (véase la figura 2.25). Algunas lámparas están conectadas a soportes telescópicos por lo que no es necesario sujetarlas ni encontrar un lugar adecuado para colocarlas (véase la figura 2.26).

Las lámparas *fijas* están montadas en el vehículo y su función principal es iluminar el lugar de la emergencia. Se suelen montar de modo que puedan subirse, bajarse o girarse de modo que proporcionen la mejor iluminación posible. Se montan a menudo en soportes telescópicos que permiten realizar estos movimientos (véase la figura 2.27). Los diseños más complejos disponen de grúas hidráulicas, eléctricas o neumáticas con varias lámparas (véase la figura 2.28). Cada una de estas lámparas suele tener una potencia de entre 500 y 1.500 vatios. La iluminación debe ajustarse cuidadosamente a la energía que puede suministrar el grupo electrógeno del vehículo.

Si se sobrepasa la capacidad del grupo electrógeno, la iluminación será deficiente, el grupo electrógeno o las luces pueden sufrir daños y se limitará la utilización de otras herramientas eléctricas.

Existe la posibilidad de utilizar otros equipos de distribución eléctrica conjuntamente con los grupos electrógenos y el equipo de iluminación. Se requieren cables eléctricos o alargadores para conducir la energía eléctrica hasta el equipo portátil. El tamaño de cable más habitual es el de calibre 12 con tres alambres. Los alargadores se pueden enrollar en carretes de cordón o en carretes de rebobinado automático (véase la figura 2.29). Los enchufes de cierre giratorio proporcionan conexiones seguras. El cable eléctrico debe estar bien aislado, debe ser impermeable y no dejar ningún alambre expuesto.

Si se necesita realizar conexiones múltiples, pueden utilizarse cajas de conexiones (véase la figura 2.30). La conexión se alimenta desde una entrada conectada al grupo electrógeno y dispone de varias salidas. Estas cajas suelen estar equipadas con una pequeña luz en la parte superior para que resulte sencillo localizarlas en la oscuridad y poder enchufarles los dispositivos que requieran energía eléctrica.

En caso de que diferentes servicios de cooperación mutua que suelen trabajar conjuntamente dispongan de tomacorrientes de diferentes tipos y tamaños (por ejemplo, uno tiene dos clavijas y el otro tres), es necesario llevar adaptadores para que ambos puedan utilizar el equipo. Asimismo, hay que disponer de adaptadores para que los rescatadores puedan enchufar el equipo a tomas de corriente normales.

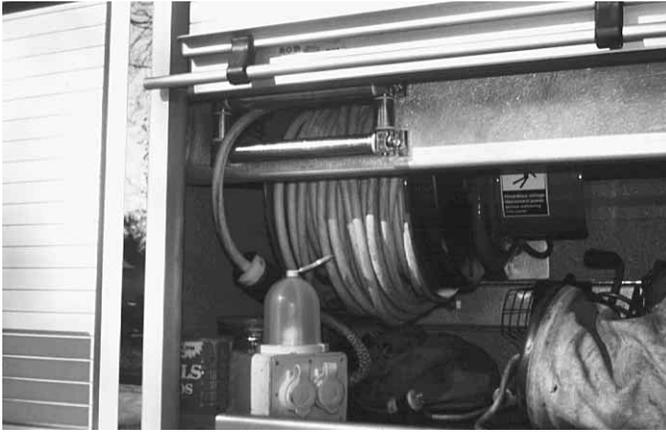


Figura 2.29 Algunos vehículos están equipados con carretes de cable con rebobinado eléctrico.

Sistemas de herramientas hidráulicas para el rescate

Tal como se mencionó anteriormente en este capítulo, cada vez es más habitual que los autobombas de los cuerpos de bomberos transporten diversos equipos de descarceración. Las herramientas que se utilizan más a menudo son las herramientas hidráulicas de descarceración. El equipo de rescate suele utilizar cuatro tipos básicos de herramientas hidráulicas: separadores, quijadas, combinación de quijada y separador, y arietes de extensión. La amplia gama de usos así como la velocidad y la potencia superiores de estas herramientas las ha hecho esenciales en la mayoría de situaciones de descarceración. Estas herramientas reciben la energía del fluido hidráulico bombeado a través de mangueras especiales conectadas a una bomba. Las bombas pueden recibir la energía de motores electroneumáticos, de motores de gas de dos o cuatro tiempos o de sistemas de toma de fuerza montados en vehículos.

Estas bombas para herramientas hidráulicas pueden ser portátiles y llevarse unidas a la herramienta, o pueden montarse sobre un vehículo y transmitir energía a la herramienta a través de largas mangueras enrolladas o de una línea de mangueras enrollada en un carretel (véanse las figuras 2.31 a y b). El conductor/operario debe saber cómo funciona el equipo del vehículo y las limitaciones que presenta. La mayoría de bombas no pueden suministrar toda la energía que necesita la herramienta si la longitud de la manguera entre la bomba y la herramienta es superior a 30 m (100 pies). Los sistemas de energía montados en vehículos suelen disponer de un método normal para activar el dispositivo. Esto puede ser tan sencillo como conectar un enchufe eléctrico o puede implicar poner en marcha el sistema de toma de fuerza del vehículo.

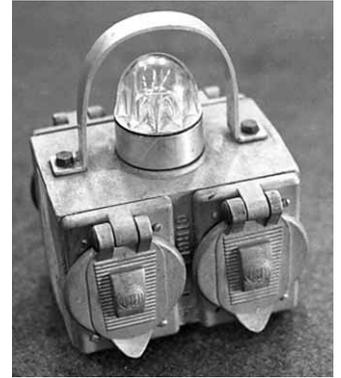


Figura 2.30 Las cajas de conexiones permiten que muchos dispositivos eléctricos reciban electricidad utilizando un único cable desde la fuente de energía eléctrica.



Figura 2.31a Los motores de las herramientas de rescate portátiles e hidráulicas suelen utilizar mangueras enrolladas.

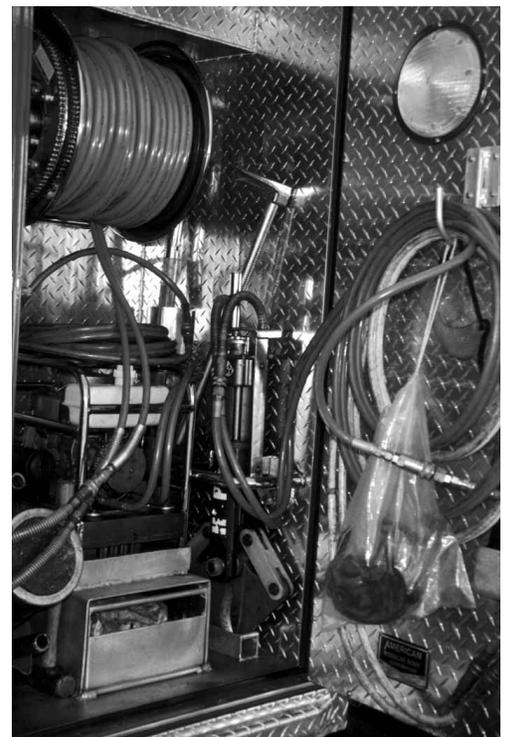


Figura 2.31b Los motores de herramientas hidráulicas de rescate que están unidos al vehículo suelen suministrar energía a mangueras hidráulicas almacenadas en carretes de rebobinado eléctrico.

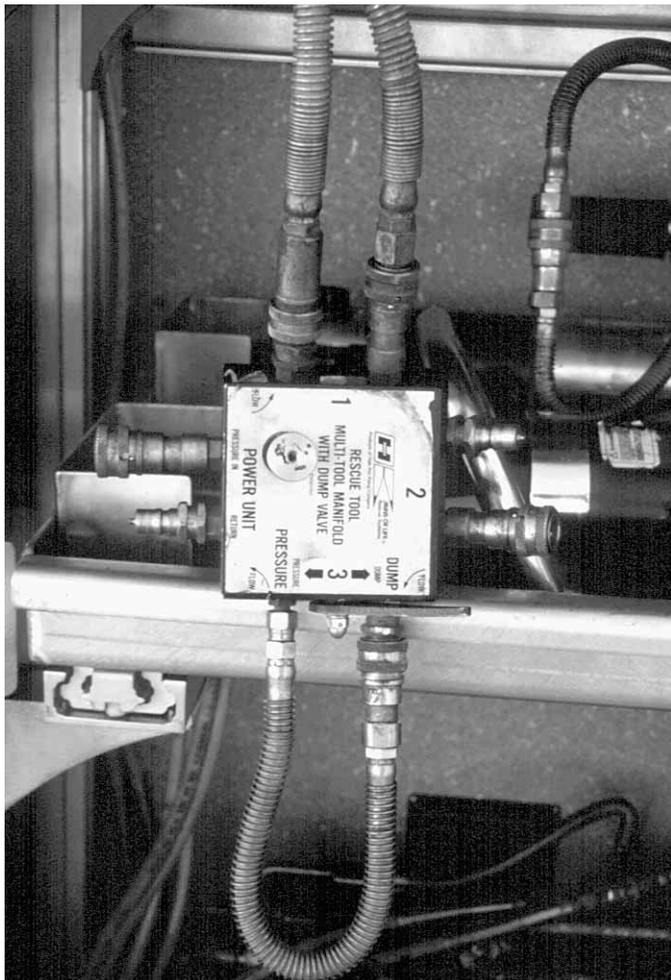


Figura 2.32 La válvula de la herramienta hidráulica de rescate es similar en concepto a la caja de conexiones del cable eléctrico.

Asimismo, el conductor/operario debe conocer el número de herramientas que pueden conectarse al sistema. La mayoría de fabricantes de herramientas hidráulicas de descarceración incluyen bloques colectores que pueden conectarse al extremo de una manguera de abastecimiento, y a los que, a su vez, pueden conectarse múltiples herramientas (véase la figura 2.32). El conductor/operario debe comprender las limitaciones de este equipo y asegurarse de que no se conecten demasiadas herramientas al sistema.

Si desea información más detallada sobre el equipo hidráulico de descarceración y su funcionamiento, consulte el manual de la IFSTA *Principles of Extrication* (Principios de la descarceración).

Clasificación de autobombas según el sistema de mando del incidente

Para las jurisdicciones que utilizan el sistema de mando del incidente conocido como *National Interagency Incident Management System* (NIIMS)

Tabla 2.1
Clasificación de autobombas según el sistema de mando de incidente

Tipo de autobomba	Capacidad mínima de bombeo en L/min (gpm)	Capacidad mínima de la cisterna de agua en litros (galones)
Tipo 1	4.000 (1.000)	1.600 (400)
Tipo 2	2.000 (500)	1.600 (400)
Tipo 3	480 (120)	1.200 (300)
Tipo 4	200 (50)	800 (200)
Tipo 5	280 (70)	3.000 (750)
Tipo 6	200 (50)	2.000 (500)
Tipo 7	200 (50)	1.200 (300)
Tipo 8	80 (20)	500 (125)

Tabla 2.2
Clasificación de los camiones cisterna según el sistema de mando de incidente

Tipo de camión cisterna	Capacidad mínima de bombeo en L/min (gpm)	Capacidad mínima de la cisterna de agua en litros (galones)
Tipo 1	1.200 (300)	20.000 (5.000)
Tipo 2	800 (200)	10.000 (2.500)
Tipo 3	800 (200)	4.000 (1.000)

(Sistema nacional de gestión de incidentes entre organismos de EE.UU.); existe un método para clasificar los autobombas según su capacidad. El método, llamado *clasificación de vehículos*, tiene como objetivo facilitar a los jefes de incidente el procedimiento para solicitar con exactitud los tipos de recursos que necesitan para controlar un incidente. La clasificación de vehículos especificada en las tablas 2.1 y 2.2 proviene del *Fireline Handbook* (Manual de incendios) del National Wildfire Coordinating Group (NWCG) (Grupo nacional de coordinación de incendios incontrolados de EE.UU.). A pesar de ello, es posible que algunos estados o jurisdicciones tengan su propio método de clasificación de vehículos, por lo que el conductor/operario deberá conocer el método que se utiliza en su jurisdicción.

Asimismo, el NWCG tiene requisitos de clasificación para muchos otros tipos de equipos, como aeronaves, niveladoras y otros equipos pesados utilizados para combatir incendios forestales.

Si desea más información sobre la clasificación de vehículos, consulte el manual *Fireline Handbook* (Manual de incendios).

Introducción a la inspección y el mantenimiento del vehículo

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información que ayudará al lector a cumplir con los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios) edición de 1998.

2-2.1* Dado un vehículo del cuerpo de bomberos y las especificaciones del fabricante, efectuar pruebas, inspecciones y funciones de mantenimiento rutinarias en los sistemas y componentes especificados en la siguiente lista, de modo que se verifique el funcionamiento del vehículo.

- Batería(s)
- Sistema de frenado
- Sistema de refrigeración
- Sistema eléctrico
- Combustible
- Fluidos hidráulicos
- Aceite
- Neumáticos
- Sistema de dirección
- Cinturones de seguridad
- Herramientas, accesorios y equipo

(a) *Conocimientos requeridos:* requisitos y especificaciones del fabricante, políticas y procedimientos de la autoridad local.

(b) *Habilidades requeridas:* utilizar herramientas manuales, **reconocer problemas en el sistema y corregir cualquier anomalía encontrada de acuerdo con las políticas y los procedimientos.**

2-2.2 Dado formularios de mantenimiento e inspección, informar sobre las pruebas, inspecciones y funciones de mantenimiento rutinarias, de modo que se comprueben todos los elementos para que el vehículo funcione correctamente y se comuniquen todas las anomalías.

(a) *Conocimientos requeridos:* requisitos del cuerpo para informar sobre el mantenimiento realizado, comprender la importancia de mantener un registro preciso.

(b) *Habilidades requeridas:* utilizar las herramientas y el equipo y cumplimentar todos los formularios del cuerpo relacionados con dicho equipo.

3-1.1 Dado un autobomba del cuerpo de bomberos y las especificaciones del fabricante, efectuar pruebas, inspecciones y funciones de mantenimiento rutinarias en los sistemas y componentes especificados en la siguiente lista, además de aquéllos especificados en la lista del apartado 2-2.1, de modo que se verifique el funcionamiento del autobomba.

- Niveles de la cisterna de agua y de otros agentes extintores (si se dispone de ellos)
- Sistemas de bombas
- Sistemas de extinción por espuma

(a) *Conocimientos requeridos:* requisitos y especificaciones del fabricante, políticas y procedimientos de la autoridad local.

(b) *Habilidades requeridas:* utilizar herramientas manuales, **reconocer problemas en el sistema, y corregir cualquier anomalía encontrada de acuerdo con las políticas y los procedimientos.**

6-1.1 Dado un vehículo contra incendios forestales y las especificaciones del fabricante, efectuar pruebas, inspecciones y funciones de mantenimiento rutinarias en los sistemas y componentes especificados en la siguiente lista, además de aquéllos especificados en la lista del apartado 2-2.1, de modo que se verifique el funcionamiento del vehículo.

- Niveles de la cisterna de agua y de otros agentes extintores (si se dispone de ellos)
- Sistemas de bombas
- Sistemas de extinción por espuma

(a) *Conocimientos requeridos:* requisitos y especificaciones del fabricante, políticas y procedimientos de la autoridad local.

(b) *Habilidades requeridas:* utilizar herramientas manuales, **reconocer problemas en el sistema, y corregir cualquier anomalía encontrada de acuerdo con las políticas y los procedimientos.**

8-1.1 Dado un vehículo de abastecimiento de agua del cuerpo de bomberos, efectuar pruebas, inspecciones y funciones de mantenimiento rutinarias en los sistemas y componentes especificados en la siguiente lista, además de aquéllos especificados en la lista del apartado 2-2.1, de modo que se verifique el funcionamiento del vehículo de abastecimiento de agua.

- Niveles de la cisterna de agua y de otros agentes extintores (si se dispone de ellos)
- Sistema de bombas (si se dispone de él)

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios), Copyright © 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 01169, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

- Sistema de vaciado rápido (si se dispone de él)
- Sistema de extinción por espuma (si se dispone de él)
 - (a) *Conocimientos requeridos:* requisitos y especificaciones del fabricante, políticas y procedimientos de la autoridad local.
 - (b) *Habilidades requeridas:* utilizar herramientas manuales, **reconocer problemas en el sistema, y corregir cualquier anomalía encontrada de acuerdo con las políticas y los procedimientos.**

Los vehículos contraincendios deben estar siempre preparados para actuar. Independientemente de si el vehículo responde a una emergencia una vez a la hora o una vez al mes, en el momento de la emergencia, tiene que estar listo para actuar del modo previsto. Con el fin de garantizar el perfecto funcionamiento del vehículo, deben realizarse con regularidad determinadas funciones de mantenimiento preventivas. La mayoría de las averías de los vehículos o del equipo pueden prevenirse mediante comprobaciones de mantenimiento rutinarias efectuadas regularmente. Una gran parte de cuerpos de bomberos exige que los conductores/operarios sean capaces de llevar a cabo dichas comprobaciones y funciones de mantenimiento. Asimismo, la NFPA 1002 obliga al conductor/operario a tener determinadas habilidades relacionadas con el mantenimiento preventivo. Este capítulo trata sobre las habilidades básicas que debe poseer el conductor/operario del vehículo contraincendios.

Antes de proseguir, es fundamental distinguir entre los términos mantenimiento y reparación. El *mantenimiento*, tal como lo entendemos en este libro, consiste en conservar el vehículo listo para su utilización. *Reparación* significa restaurar o arreglar lo que se ha estropeado. El vehículo o el equipo que se considera que está en buen estado de reparación seguramente ha sido sometido a un buen programa de mantenimiento. El mantenimiento preventivo garantiza las condiciones de seguridad del vehículo, reduce la frecuencia y el coste de las reparaciones y disminuye el tiempo que el vehículo está fuera de servicio. El propósito de este tipo de mantenimiento es intentar eliminar las averías imprevistas y con consecuencias catastróficas que pueden convertirse en

una amenaza para la vida de las personas y/o para las propiedades.

Las funciones de mantenimiento preventivo pueden llevarlas a cabo diversas personas. Los cuerpos de bomberos pueden disponer de un oficial de mantenimiento de los vehículos contraincendios que se ocupe de comprobar y realizar el mantenimiento del estado del vehículo. Los cuerpos de bomberos deberían disponer de personal dedicado exclusivamente a la mecánica para llevar a cabo los procedimientos de mantenimiento más detallados. Sin embargo, el conductor/operario tiene que saber realizar las funciones de mantenimiento *básicas*. En casi todos los casos, las funciones de **reparación** las efectúan mecánicos cualificados.

Programas sistemáticos de mantenimiento

Es evidente que los programas planificados de mantenimiento de los vehículos contraincendios son imprescindibles.

Cada cuerpo de bomberos debería tener procedimientos de actuación normalizados (PAN) para llevar a cabo un programa sistemático de mantenimiento de los vehículos. Los PAN deben establecer a quién corresponde realizar determinadas funciones de mantenimiento, cuándo hay que realizarlas, cómo se corrigen o comunican los problemas encontrados y cómo se documenta el proceso.

Asimismo, los PAN deben determinar los elementos de los que se tienen que ocupar los conductores/operarios y las anomalías que están autorizados a corregir. La mayoría de los cuerpos de bomberos permiten al conductor/operario corregir

ciertas anomalías, como, por ejemplo, niveles de fluido bajos o bombillas fundidas. Las reparaciones más complicadas serán responsabilidad de un mecánico cualificado. Los cuerpos de bomberos mejor dotados disponen de sus propios talleres de reparaciones y mecánicos para este fin (véase la figura 3.1). Es posible que esos mecánicos tengan sus propios vehículos y puedan ir hasta el parque de bomberos o el lugar de un accidente para realizar una reparación. Es posible que los cuerpos de bomberos más pequeños tengan un contrato con un negocio local de reparaciones de automóviles y camiones que les ayude con estas funciones.

El programa para realizar funciones de mantenimiento y comprobaciones varía de un cuerpo a otro. Generalmente, los cuerpos de bomberos profesionales exigen que los conductores/operarios lleven a cabo las inspecciones y el mantenimiento de los vehículos al principio de cada turno. Asimismo, pueden especificar que se efectúen tareas más minuciosas una vez a la semana o una vez al mes. Los cuerpos de bomberos voluntarios deben establecer un procedimiento por el que todos los vehículos se inspeccionen y se sometan a tareas de mantenimiento como mínimo una vez a la semana o una vez cada quince días.

Todos los PAN relativos a la inspección y al mantenimiento de los vehículos y del equipo de los cuerpos de bomberos deben establecer el modo en el que hay que documentar los resultados del mantenimiento y de la inspección y comunicárselos a la persona adecuada del sistema administrativo del cuerpo. Para registrar dicha información, puede recurrirse a formularios o a programas informáticos. El Apéndice A contiene varios ejemplos de formularios de inspecciones de vehículos que pueden utilizarse. Los cuerpos de bomberos deben mantener un sistema de clasificación eficaz para que la información contenida en los archivos pueda revisarse, almacenarse y recuperarse en caso necesario.

Los informes sobre el mantenimiento y la inspección de los vehículos tienen diversas finalidades. En caso de demanda judicial, los informes pueden servir para dar fe de que se llevaron a cabo las tareas de mantenimiento correspondientes. En caso de accidente, es probable que las autoridades encargadas de la investigación ordenen un análisis de los informes. La documentación sobre las reparaciones repetidas también puede ser de gran ayuda a la hora de decidir si se adquieren vehículos nuevos en lugar de continuar efectuando reparaciones a los vehículos antiguos. Todos los conductores/operarios deben disponer de la formación necesaria para utilizar el sistema de almacenamiento de informes de su cuerpo de bomberos.



Figura 3.1 Los cuerpos de bomberos más grandes disponen de instalaciones propias para el mantenimiento de los vehículos.

Limpeza

Una parte muy importante del programa de inspección y mantenimiento del vehículo que suele pasarse por alto es la limpieza del vehículo y del equipo. Mucha gente considera la limpieza del vehículo sólo como un medio para mantener buenas relaciones con los ciudadanos, ya que éstos ven en el vehículo una unidad de protección en la que han invertido grandes cantidades de dinero. Si se permite que el vehículo se llene de barro, aceite y suciedad de la carretera, pueden perjudicarse las relaciones con los ciudadanos porque éstos pueden tener la impresión de que su inversión no se protege del modo adecuado.

Aunque el aspecto de la limpieza del vehículo es importante, también existen otras razones de peso para mantenerlo limpio. Si el motor y las piezas están limpias, es posible realizar una inspección exhaustiva, con lo que se contribuye a garantizar una actuación eficaz. Hay que limpiar el vehículo contraincendios tanto por abajo como por arriba. No hay que dejar que se acumulen el aceite, la humedad, el barro y la suciedad. Algunas de las zonas más vulnerables a la suciedad son el motor, el circuito eléctrico, el carburador (o inyector de combustible) y los mandos de control.

Si se mantiene la carrocería del vehículo limpia también se consigue alargar la vida del mismo, lo que es especialmente beneficioso en lugares donde se echa con frecuencia sal en la carretera durante las épocas más frías del invierno (véase la figura 3.2). Los productos químicos utilizados de dichas sales tienen un efecto corrosivo sobre los componentes de acero de la carrocería y el bastidor del vehículo. El lavado frecuente reduce la posibilidad de daños causados por dichos productos.

Por otro lado, la limpieza excesiva del vehículo



Figura 3.2 La suciedad de la carretera, como los restos de basura y de sal, además de que no se ve, puede provocar corrosión en las piezas metálicas.

también puede tener efectos negativos. Los cuerpos de bomberos cuyos miembros sean unos fanáticos de la limpieza suelen tener problemas relativos a la falta de lubricación del bastidor, del motor, de la bomba, y de los componentes del dispositivo elevadizo. Esta pérdida de lubricación se produce cuando se utiliza cualquier combinación de agentes desengrasantes, de limpiadores por vapor y/o de equipos de limpieza a presión para limpiar los bajos del vehículo. Hay que tener cuidado para no retirar toda la lubricación necesaria del vehículo al lavar las piezas de la carrocería. Tras una limpieza exhaustiva, puede ser necesario realizar funciones de lubricación rutinarias para asegurarse que no se produce un desgaste innecesario en el vehículo.

La mayoría de fabricantes de vehículos proporcionan al cuerpo de bomberos las instrucciones específicas para limpiar su vehículo contra incendios. Si no se dispone de dichas instrucciones, puede recurrirse a las siguientes pautas de limpieza del vehículo.



Figura 3.3 Utilice un chorro poco potente para lavar los vehículos nuevos.

Lavado

Lavar el exterior del vehículo es la tarea que se realiza más a menudo. La mayoría de fabricantes recomiendan métodos de limpieza que varían ligeramente en función de la antigüedad del vehículo: los vehículos más nuevos requieren una limpieza menos agresiva que los más antiguos, con el fin de no dañar la pintura, los accesorios y los recubrimientos transparentes protectores.

Durante los seis primeros meses posteriores a la compra, cuando la pintura y el recubrimiento protector aún son nuevos y no está bien asentado, el vehículo tiene que lavarse frecuentemente con agua fría para endurecer la pintura y evitar que salte. Con el fin de garantizar la mejor apariencia futura del vehículo y reducir las posibilidades de dañar la pintura y los recubrimientos nuevos, se recomienda seguir las instrucciones de lavado que se especifican a continuación:

- Utilice una manguera de jardín sin boquilla para aplicar agua al vehículo (véase la figura 3.3). La presión

del agua debe establecerse de modo que el chorro del extremo de la manguera no tenga una longitud superior a 0,3 m (1 pie). Las presiones superiores pueden arrastrar tierra y escombros hacia el extremo de la manguera.

- No retire nunca el polvo o la tierra en seco.
- Lave el vehículo con un buen jabón de automoción. Siga las instrucciones del fabricante para utilizarlo del modo correcto.
- No utilice agua demasiado caliente ni lave el vehículo si éste aún está caliente.
- Retire tanta suciedad del vehículo como le sea posible antes de aplicar el jabón y el agua. De este modo, se reducen las posibilidades de rayar la superficie al aplicar el jabón.
- Intente lavar el barro, la suciedad, los insectos, el hollín, el alquitrán, la grasa y la sal de la carretera antes de que se sequen.
- No utilice nunca gasolina u otros disolventes para eliminar la grasa o el alquitrán de las superficies pintadas. Utilice sólo disolventes aprobados para retirar la grasa o el alquitrán de las superficies sin pintar.
- Seque el vehículo con una gamuza limpia y aclárela varias veces con agua limpia. Si no se seca por completo el vehículo o la zona que lo rodea, se favorecerá la corrosión.

Una vez asentado el acabado del vehículo (según el manual del fabricante), puede utilizarse o una manguera de jardín con boquilla o un limpiador a presión para realizar una limpieza rápida. De todos modos, es necesario seguir lavando el vehículo a mano con agua y jabón para asegurar una limpieza correcta.

Limpeza de los cristales

Por regla general, para limpiar los cristales del vehículo, deben utilizarse agua caliente con jabón o limpiacristales comerciales. Estos productos pueden utilizarse junto con toallitas de papel o trapos textiles (véase la figura 3.4). Sin embargo, las toallitas o los trapos secos no tienen que utilizarse solos porque pueden hacer que la tierra raye la superficie del cristal. No deben utilizarse espátulas, cuchillas, estropajos de aluminio u otros objetos de metal para retirar depósitos de suciedad en el cristal.

Limpeza interior

Es fundamental limpiar la tapicería de los asientos, el salpicadero, las cubiertas del compartimento del motor y el suelo, ya que la acumulación de suciedad puede deteriorar estos acabados. En primer lugar, hay que barrer o aspirar las partículas sueltas grandes (véase la figura 3.5). Entonces, puede utilizarse agua caliente con jabón o con productos de limpieza comerciales para limpiar las



Figura 3.4 Para limpiar los cristales del vehículo, utilice agua caliente con jabón o limpiacristales comerciales.

superficies de estos materiales. Es posible que algunos fabricantes especifiquen qué agentes de limpieza determinados o ropa de protección personal hay que utilizar en estos casos.

ADVERTENCIA

Muchos productos de limpieza son tóxicos, inflamables o pueden dañar las superficies interiores. Para limpiar superficies interiores, no utilice disolventes volátiles, como acetona, diluyente de laca, reductores del esmalte, quitaesmaltes, jabón para lavar la ropa, lejías, gasolina, nafta, o tetracloruro de carbono. Asegúrese de que el vehículo está bien ventilado al utilizar cualquier producto de limpieza dentro de la cabina o en la zona de pasajeros.



Figura 3.5 Barra o aspire el interior de la cabina.

Encerado

Los cuerpos de bomberos deben seguir las instrucciones del fabricante en lo que respecta a la aplicación de cera o de pulidores parecidos en el exterior del vehículo. En muchos vehículos nuevos, el empleo de estos productos ya no es necesario y, de hecho, puede dañar los acabados protectores de recubrimientos transparentes que se aplican sobre la pintura. Si es necesario aplicar cera u otros pulidores, es preciso esperar a que la pintura tenga como mínimo seis meses. Por regla general, antes de aplicar estos productos se debe lavar y secar el vehículo. Entonces, pueden aplicarse cera o pulidores con un paño suave y hay que pulirlos utilizando un paño suave o un pulidor mecánico.

Procedimientos de inspección del vehículo

El conductor/operario debe seguir un procedimiento sistemático para inspeccionar el vehículo. Si se dispone de un método sistemático, es más fácil asegurarse de

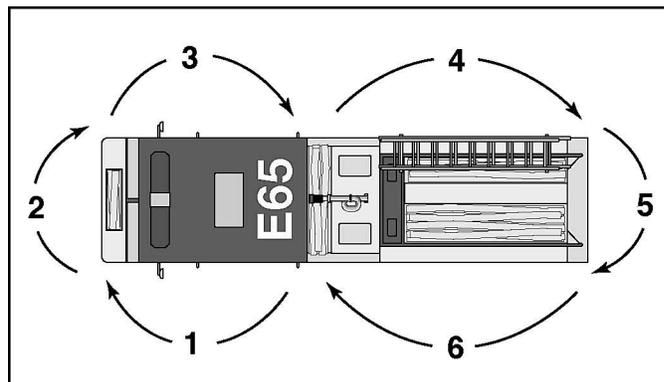


Figura 3.6 El conductor/operario debe ser sistemático a la hora de aproximarse al vehículo para inspeccionarlo.

que todos los elementos importantes se verifican cada vez que se realiza una inspección. La información de los siguientes apartados está basada en los requisitos establecidos por la NFPA 1002 y en los requisitos de inspección previos al inicio de un trayecto establecidos por el gobierno estadounidense para obtener el carnet de conducir comercial de EE.UU. Incluso si en su jurisdicción no es obligatorio que el conductor/operario del vehículo contraincendios obtenga este carnet de conducir, estos principios de inspección previos al inicio de un trayecto proporcionan una base sólida para el tipo de inspección que tienen que saber realizar todos los conductores/operarios de vehículos contraincendios. Ese tipo de inspección es la que el personal profesional debe realizar al principio de cada turno y que el personal voluntario debe efectuar una vez cada semana o cada dos semanas.

Uno de los métodos para realizar una inspección del vehículo antes del inicio de un trayecto recibe el nombre de método del *círculo* o de la *vuelta*. Este método consiste en que el conductor/operario se coloque en la puerta del conductor de la cabina y camine alrededor del vehículo en el sentido de las agujas del reloj. A medida que se da la vuelta al vehículo, se van verificando las zonas importantes. El paso final consiste en que el conductor/operario entre en la cabina, ponga el vehículo en marcha y realice una comprobación del funcionamiento de todos los sistemas. En la figura 3.6 se observa un método para efectuar la inspección de vuelta. Los procedimientos concretos varían en función de las políticas de cada cuerpo y del diseño del vehículo; por ejemplo, un vehículo que tenga el motor delante de la cabina se inspecciona de modo diferente del que lo tiene detrás de la cabina o debajo de ésta. La información contenida en este apartado puede utilizarse durante la inspección, independientemente del orden exacto que se siga.



Figura 3.7 Revise los bajos del vehículo para comprobar que no se han producido pérdidas importantes de fluido.

Si se dispone de informes de inspecciones previas, es probable que el conductor/operario desee revisarlos para comprobar si ya se observaron problemas en su momento. Gracias a ello, la persona que realiza la inspección puede centrar su atención en los problemas recurrentes. Siempre que sea posible, el conductor/operario debe hablar con la última persona que inspeccionó el vehículo para que le proporcione toda la información relevante.

Aproximación al vehículo

El conductor/operario tiene que empezar el proceso de inspección por permanecer alerta en el momento de aproximarse al vehículo. Debe intentar identificar problemas generales que saltan a la vista al observar el vehículo. Algunos de esos problemas pueden ser desperfectos en el vehículo o una inclinación excesiva hacia un lado. Sobre todo, asegúrese de que la inclinación del vehículo no se debe a que reposa sobre una pendiente. Algunos vehículos tienen el suelo inclinado hasta tal punto que parece que el vehículo está inclinado.

Hay que mirar bajo el vehículo para comprobar si existen gotas que indiquen que se ha producido una pérdida de alguno de los fluidos del vehículo, como, por ejemplo, de agua, de refrigerante, de aceite, de líquido de frenos, de fluido hidráulico o de fluido de transmisión (véase la figura 3.7). Estos síntomas pueden indicar la existencia de un problema grave. Si el vehículo está en el interior del parque, hay que asegurarse de que está conectado al equipo de ventilación adecuado o de que las puertas del parque están abiertas para permitir la salida de los gases del escape del vehículo cuando se enciende el motor (véase la figura 3.8). Si las condiciones meteorológicas lo permiten, se debe aparcarse el vehículo en el exterior para realizar las comprobaciones de funcionamiento. Bloquee las ruedas siempre que el vehículo esté aparcado.

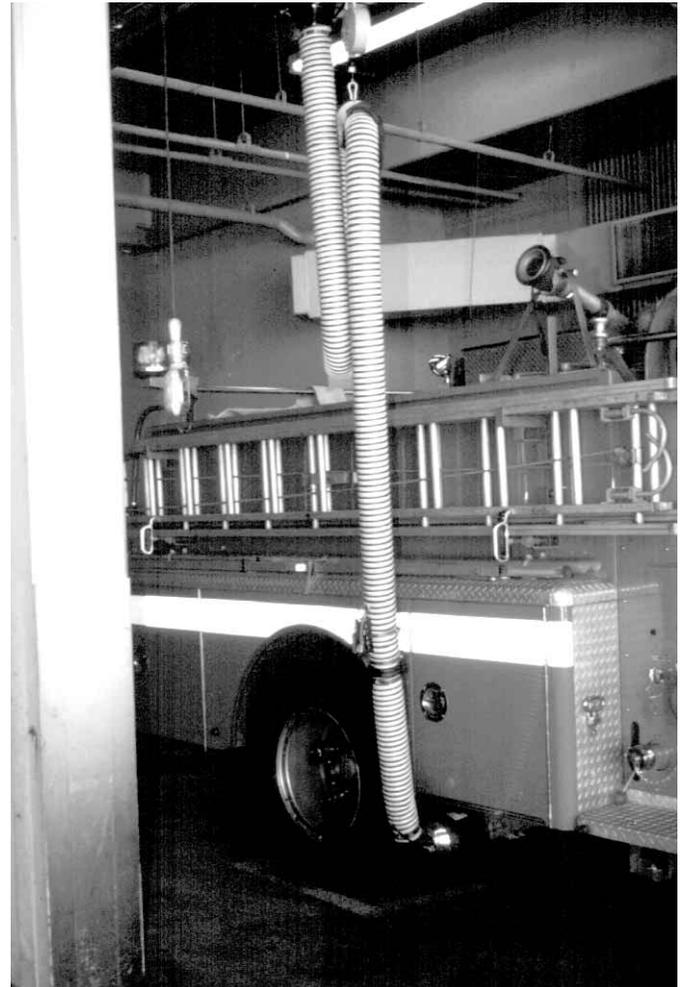


Figura 3.8 Cuando el vehículo esté aparcado en el interior en el parque de bomberos, debe conectarse al equipo de ventilación del escape.

PRECAUCIÓN: los motores de gasolina y diesel no pueden dejarse encendidos en zonas que no estén ventiladas. La concentración de monóxido de carbono en esa zona puede ser perjudicial para el personal. En particular, el escape de los motores diesel emite derivados del benceno que son cancerígenos según algunas investigaciones de laboratorio.

Inspección de los laterales de la parte delantera

La primera parte del vehículo que tiene que revisar el conductor/operario es el lateral izquierdo (el del conductor) de la parte delantera o cabina. Tras inspeccionar esta parte, deberá seguir el mismo procedimiento para inspeccionar el lateral derecho (el del pasajero u oficial). El conductor/operario tiene que empezar esta fase de la inspección haciendo una observación general de la cabina desde ese lado del vehículo en busca de daños que no se hayan descubierto en inspecciones anteriores.

A continuación, tiene que comprobar que diversos aspectos de las puertas de la cabina funcionan correctamente. Las puertas tienen que cerrar bien y la cerradura tiene que funcionar del modo en que fue diseñada. La cerradura no debe tener apenas juego. Hay que asegurarse de que el cristal de las ventanillas está intacto y limpio. Debe comprobarse que todos los peldaños, las plataformas, los pasamanos y las escalas están fijados en el vehículo y no están deformados.

Si el vehículo está equipado con depósitos de combustible auxiliares bajo la apertura de la puerta, verifique que no haya indicios de escapes u otros problemas relacionados con el depósito. En caso de que el depósito disponga de un tapón de llenado, asegúrese de que está bien cerrado.

A continuación, el conductor/operario tiene que comprobar el estado de los neumáticos y de las ruedas de ese lado del vehículo (véase la figura 3.9). Es necesario hacer una comprobación visual rápida para asegurarse de que no falta ninguna tuerca o de que éstas no están rotas o dobladas. Verifique todas las tuercas con la mano para comprobar si están flojas. Las ruedas no tienen que presentar ni grietas ni otros daños, ya que impiden que el neumático se adhiera a la llanta. Deben buscarse acumulaciones anormales de polvo de freno en la rueda, ya que podría indicar que existen problemas con el sistema de frenado. Hay que inspeccionar el ensamblaje de la rueda o del neumático para ver si hay otros escapes. Si bien puede haber pequeñas fugas en las juntas que retienen el lubricante del engranaje del eje y dichas juntas siguen estando en condiciones de uso, los restos de fluido en la rueda o en el neumático son inaceptables. El conductor/operario también puede decidir hacer una inspección visual rápida de los componentes de la suspensión que se encuentran detrás de la rueda y del neumático. Asegúrese de que no se observan anomalías en las ballestas, en los soportes de las ballestas, en los brazos, en la brida de suspensión de la ballesta y en los amortiguadores. Las ballestas no tienen que estar agrietadas ni tener las hojas rotas. Con el vehículo en una superficie plana, las ballestas de cada lado del vehículo deberían tener aproximadamente la misma desviación.

Los elementos más importantes que tiene que revisar el conductor/operario en relación con los neumáticos son los siguientes:

- **Inflado correcto de los neumáticos:** los neumáticos tienen que estar inflados con la presión indicada por el fabricante en la parte lateral del neumático. Si la presión es excesiva o insuficiente, se puede dañar el neumático y perjudicar las características de agarre a la carretera.



Figura 3.9 Revise los neumáticos para comprobar si están dañados y si el nivel de inflado es correcto.

- **Estado del vástago de la válvula:** el vástago de la válvula no tiene que estar ni cortado ni agrietado ni suelto.
- **Estado de los neumáticos:** compruebe el tipo de neumático, la profundidad del dibujo (varía en función de los requisitos de inspección estatales o provinciales), la separación del dibujo, los desgastes excesivos en los lados, cortes u objetos atrancados en el neumático.

El conductor/operario puede optar por realizar la inspección del equipo de la parte trasera de la cabina al mismo tiempo. Este equipo está formado por extintores contraincendios portátiles, aparatos de respiración autónoma y equipo médico de urgencia. Todo este equipo tiene que funcionar correctamente y estar bien almacenado. Si desea más información sobre cómo revisar correctamente el equipo de rescate y lucha contraincendios transportado en el vehículo, consulte el manual de la IFSTA *Fundamentos de la lucha contraincendios*. Cuando haya acabado de inspeccionar los laterales del vehículo, debe empezar con la inspección de la parte delantera.

Inspección de la parte delantera

Al igual que con la inspección de los laterales, lo primero que hay que comprobar al aproximarse a la parte delantera del vehículo es si hay daños en el mismo que no se detectaron en inspecciones previas. El conductor/operario puede decidir observar los bajos del vehículo para comprobar si el eje frontal, el sistema de dirección o las tuberías de la bomba (en caso de que

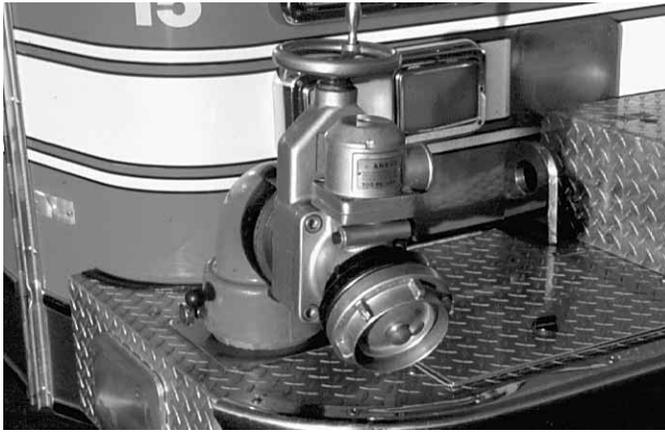


Figura 3.10 Revise la toma de la bomba de la parte frontal para asegurarse de que no haya elementos que puedan obstruir el filtro.

las haya) presentan daños. Debe prestar especial atención a las piezas flojas, dobladas, rasgadas o dañadas. Asimismo, debe observar si falta alguna pieza. Algunos sistemas de aire del vehículo disponen de depósitos de almacenamiento que deben drenarse manualmente. Para conocer la ubicación y los procedimientos para realizar este tipo de drenaje consulte el manual del fabricante.

Compruebe el estado del parabrisas y de los limpiaparabrisas: el parabrisas no debe presentar desperfectos y tiene que estar limpio, y los limpiaparabrisas tienen que reposar sobre el parabrisas con la tensión adecuada, y deben estar intactos y en buenas condiciones.

Cuando el vehículo esté en marcha o se encuentre conectado a un sistema de carga eléctrica, hay que verificar el funcionamiento de las luces, tanto las indicadoras como las de emergencia. Puede resultar útil que un segundo bombero se sitúe dentro de la cabina para encender los interruptores de las diversas luces de modo que pueda comprobarse el funcionamiento correctamente. Los cristales de todas las luces tienen que estar en su sitio y no deben presentar grietas ni roturas. Hay que asegurarse de que todas las bombillas funcionan. Asimismo, debe comprobarse el funcionamiento de las luces de largo alcance y de los intermitentes. Puede ser recomendable saltarse esta comprobación por ahora y dejarla para cuando se efectúen las comprobaciones de funcionamiento del vehículo. Es cuestión de preferencias personales.

Es necesario comprobar el estado de todos los dispositivos sonoros de advertencia situados en la parte delantera del vehículo para verificar que no presentan daños visibles. Entre estos dispositivos se encuentran los altavoces electrónicos de las sirenas, las sirenas mecánicas y las bocinas de aire.



Figura 3.11 Asegúrese de que todas las líneas de ataque de la parte delantera del vehículo están almacenadas correctamente.

PRECAUCIÓN: no compruebe el funcionamiento de los dispositivos sonoros de advertencia si alguien se encuentra delante del vehículo, ya que puede ser perjudicial para los oídos de esa persona. El conductor/operario podrá realizar este tipo de comprobaciones cuando no haya nadie situado en una posición en la que pueda resultar dañado.

Muchos vehículos modernos del cuerpo de bomberos disponen de un equipo de funcionamiento de emergencia en el parachoques. El conductor/operario tiene que revisar este equipo para asegurarse de que está bien colocado y de que funciona correctamente. En la siguiente lista se detallan algunos de los dispositivos más comunes que se encuentran en la parte delantera de los vehículos contraincendios y qué inspecciones deben efectuarse:

- **Toma de la bomba:** si la toma está tapada, asegúrese de que la tapa está lo suficientemente apretada para que no se produzcan escapes de aire al realizar la succión, pero no tan apretada como para que no pueda retirarse. Si la manguera de toma está preconnectada, asegúrese de que la manguera esté bien sujeta. En caso de que haya una válvula de toma, compruebe que está totalmente cerrada (véase la figura 3.10). La manguera de toma tiene que estar en buen estado y correctamente almacenada.
- **Descargas de la bomba:** un gran número de vehículos tiene puntos de descarga de la bomba y líneas de mano de ataque en la parte delantera del vehículo (véase la figura 3.11). El procedimiento de inspección es idéntico al de las tomas. Puede haber mangueras conectadas al parachoques delantero almacenadas de múltiples formas: en cavidades con orificios, en tendidos cruzados o en rodillos nodriza. Asegúrese de que la manguera está acomodada de modo correcto en el vehículo para que se pueda

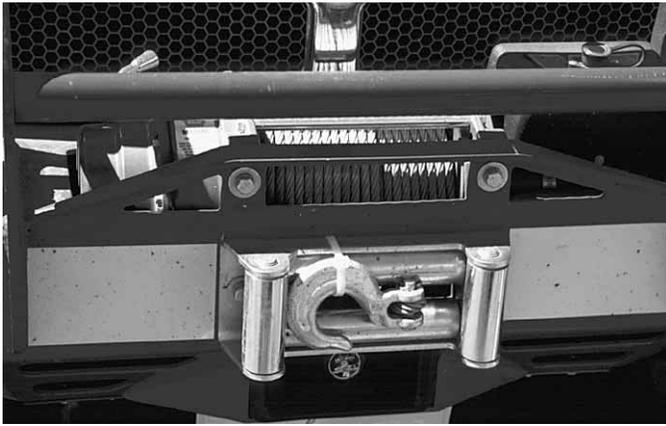


Figura 3.12 Revise el cabrestante de la parte delantera para ver si funciona bien y si los cables están en buen estado.

circular con seguridad. Las boquillas tienen que estar limpias y bien colocadas.

- **Cabrestante:** muchos vehículos, especialmente los vehículos contra incendios forestales y los vehículos de rescate, están equipados con cabrestantes eléctricos o hidráulicos en el parachoques delantero (véase la figura 3.12). El conductor/operario tiene que revisarlos para asegurarse de que funcionan correctamente. Todos los componentes del cabrestante, como el control remoto, los cables, las cadenas, los ganchos y los pasadores, tienen que inspeccionarse en busca de daños.
- **Sistemas de herramientas hidráulicas para el rescate:** cada vez es más habitual montar en el parachoques delantero del vehículo carretes hidráulicos para mangueras y pequeñas herramientas hidráulicas para el rescate (véase la figura 3.13). Todos estos elementos tienen que revisarse para comprobar que funcionan correctamente y que están limpios e intactos.

Si el vehículo dispone de una bomba contraincendios montada en la parte delantera, el conductor/operario puede revisar la bomba en esta fase de la inspección. Más adelante en este capítulo, se proporciona información sobre cómo revisar las bombas. Una vez inspeccionado todo el equipo delantero, el conductor/operario puede dirigirse al lateral derecho de la parte delantera del vehículo y seguir el mismo procedimiento que realizó para inspeccionar el lateral izquierdo de la parte delantera. Una vez finalizada la inspección del lateral derecho de la parte delantera, el conductor/operario puede continuar la revisión bajo el lateral derecho utilizando el mismo procedimiento que utilizó para el lateral izquierdo de la parte delantera.

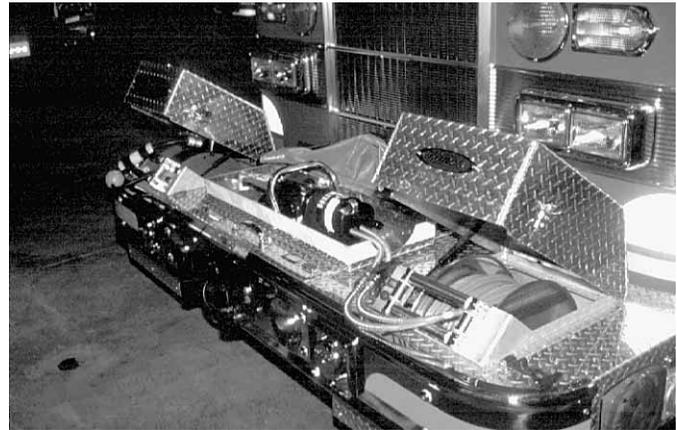


Figura 3.13 Si el vehículo dispone de una herramienta de rescate en el parachoques delantero, hay que revisarla para comprobar que funciona correctamente y que está bien almacenada.



Figura 3.14 En esta fase de la inspección se deben revisar ambos laterales del vehículo, desde la parte trasera de la cabina hasta la parte posterior del vehículo. *Gentileza de Joel Woods.*

Inspección de los laterales de la parte trasera

En esta fase de la inspección se deben revisar ambos laterales del vehículo, desde la parte trasera de la cabina hasta los laterales de la parte posterior del vehículo (véase la figura 3.14). De nuevo, hay que comprobar que no se han producido daños en la carrocería del vehículo desde la última inspección. Hay que seguir los mismos principios descritos para la inspección de la parte delantera en lo que respecta a los neumáticos y los componentes de la suspensión. Cabe recordar que la mayoría de vehículos tienen ruedas gemelas en el eje trasero. Además de revisar el estado de los neumáticos como se ha especificado anteriormente, el conductor/operario también debe asegurarse de que las ruedas gemelas no están en contacto una con la otra ni con otras partes del vehículo. Las ruedas traseras deben estar equipadas con faldillas salvabarros. Las faldillas salvabarros tienen que estar bien sujetas al vehículo, en buenas condiciones y no deben arrastrar por el suelo.

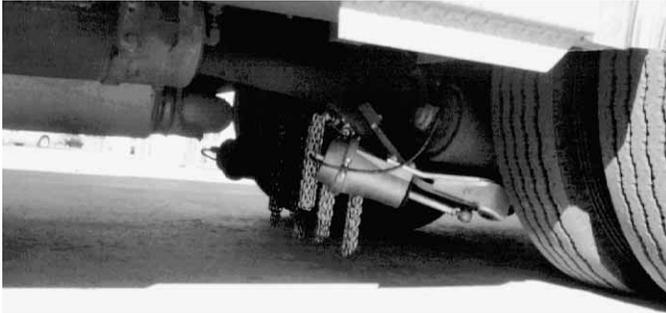


Figura 3.15 Las cadenas automáticas de los neumáticos se balancean cuando se activa un interruptor en la cabina del vehículo.

Los vehículos que operen en lugares con un clima frío pueden estar equipados con cadenas antideslizantes automáticas (véase la figura 3.15). Estas cadenas son unos dispositivos mecánicos que se activan mediante un interruptor situado en la cabina. Al activarlos, un terminal de rotación con cadenas de múltiples longitudes se coloca más allá de las ruedas traseras. Las cadenas se balancean con un movimiento de rotación de modo que caen debajo de las ruedas traseras cuando éstas se mueven hacia delante. Gracias a estas cadenas, se consigue una mejor tracción en carreteras con nieve o hielo. El conductor/operario tiene que inspeccionar las cadenas antideslizantes automáticas para asegurarse de que no falta ninguna cadena y de que todas están en buen estado. Durante los períodos de mal tiempo, puede ser recomendable activar las cadenas y comprobar que funcionan correctamente.

Es necesario abrir todas las puertas de los compartimentos y revisar el equipo que hay dentro. Hay que asegurarse de que todo el equipo que se supone que tiene que estar dentro de cada compartimento se encuentra efectivamente en su sitio y está bien almacenado. El conductor/operario puede optar por realizar la inspección del equipo en este momento. Como ya se ha dicho antes, si desea más información acerca de la inspección del equipo, consulte el manual de la IFSTA *Fundamentos de la lucha contraincendios*. Los compartimentos y el equipo que contienen deben estar limpios y ordenados. Al cerrar las puertas, asegúrese de que quedan bien cerradas y aseguradas.

Cualquier manguera que se guarde en el exterior entre la cabina y la parte posterior del vehículo o sobre un lateral del vehículo tiene que examinarse para comprobar si está bien almacenada y si está bien asegurada. En este paso se incluyen las líneas de ataque preconectadas que atraviesan la zona central del vehículo o que están la parte superior del compartimento del guardabarros (véanse las figuras 3.16 a y b). Los rodillos nodriza montados en la parte superior del vehículo también pueden inspeccionarse



Figura 3.16a Las líneas de mano preconectadas suelen acomodarse en una disposición de tendido cruzado por encima o por debajo del panel de la bomba.



Figura 3.16b Algunos cuerpos de bomberos guardan las líneas de mano preconectadas en compartimentos especiales sobre el guardabarros de las ruedas traseras.

en este momento. Asimismo, el nivel de agua de la cisterna nodriza puede revisarse visualmente mirando por la apertura de ventilación o por la mirilla (véase la figura 3.17).

Cualquier equipo que esté almacenado en el exterior del vehículo debe revisarse para garantizar que está en buenas condiciones y correctamente almacenado. El equipo exterior se compone de escalas, mangueras de toma, las mangueras de la cama de mangueras, herramientas de entrada forzada, aparatos de respiración autónoma y/o los cilindros de recambio, linternas, alumbrado, carretes de cable, depósitos de agua portátiles, extintores contraincendios portátiles y demás equipo portátil. El equipo que está almacenado por encima de la zona del panel de la bomba también puede revisarse en este momento.

Verifique el estado de la cinta reflectante situada en el lateral del vehículo. Las pérdidas importantes de esta cinta afecta a la visibilidad del vehículo, sobre todo por la noche. Asimismo, compruebe el funcionamiento de

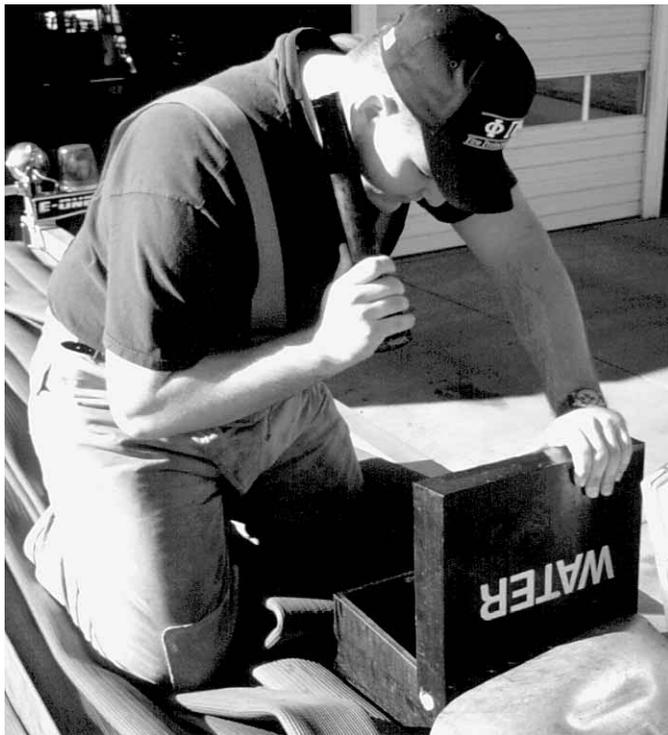


Figura 3.17 Para comprobar el nivel real de la cisterna de agua, el conductor/operario tiene que realizar una inspección visual a través de la ventilación del depósito.

las luces de emergencia montadas en los laterales del vehículo.

Una vez inspeccionados todos los elementos del lado derecho del vehículo, proceda a revisar la parte trasera.

Inspección de la parte trasera

Al inspeccionar la parte trasera del vehículo, compruebe que ni el parachoques trasero ni el tablero posterior han sufrido nuevos daños. Debe utilizarse el mismo procedimiento que con la parte delantera del vehículo y hay que asegurarse de que todas las luces indicadoras y de emergencia de la parte trasera funcionan correctamente. Cualquier equipo que se transporte en el compartimento trasero tiene que revisarse para comprobar que se encuentra en su sitio, que está limpio, que funciona y que está bien almacenado. Hay que asegurarse de que las puertas del compartimento trasero abren y cierran correctamente. Todo el equipo que esté almacenado en el exterior de la parte trasera del vehículo también tiene que funcionar bien y estar fijado al vehículo. Este equipo suele estar formado por elementos como extintores contraincendios portátiles, llaves para mangueras, llaves para hidrantes, válvulas para hidrantes, dispositivos de chorro maestro portátiles, entre otros (véase la figura 3.18). Compruebe que los enganches para remolques están en buen estado.

Asimismo, el conductor/operario debe inspeccionar

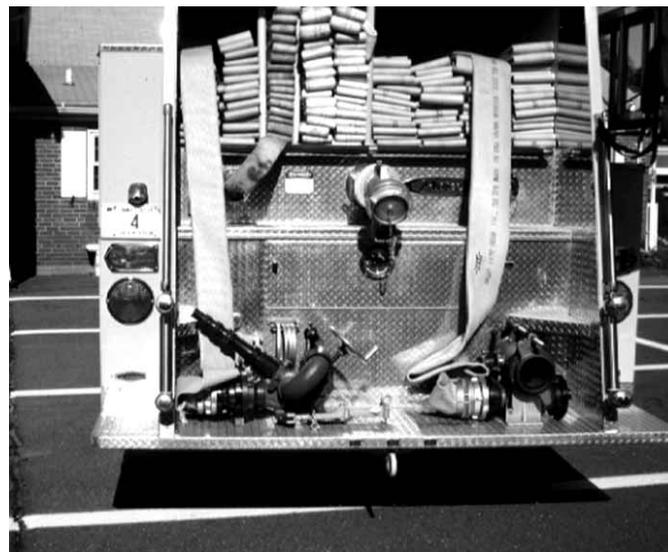


Figura 3.18 Revise todo el equipo que esté almacenado en el tablero posterior. Asegúrese de que está bien sujeto.

los acomodos de mangueras de la cama de mangueras principal. Debe cerciorarse de que la cantidad de mangueras transportadas en el vehículo es la adecuada, de que están cargadas y de que el terminado es correcto (véase la figura 3.19). Si el vehículo está equipado con una cubierta para la cama de mangueras, ésta tiene que estar en buen estado y en su sitio. En caso de que la cama disponga de puertas sólidas para proteger las mangueras, tienen que revisarse para comprobar que se mantienen abiertas cuando es necesario (véase la figura 3.20). Cualquier otro equipo que se transporte en la zona de la cama de mangueras debe inspeccionarse para cerciorarse de que está en buen estado y bien colocado. Este equipo suele estar formado por elementos como escalas, cisternas de agua portátiles, mangueras de toma y pértigas (véase la figura 3.21).

Inspeccionada la parte trasera del vehículo, el conductor/operario puede pasar al lateral izquierdo de la parte trasera y revisarlo siguiendo las instrucciones del apartado anterior.

Inspección de la cabina

Una vez que el conductor/operario haya terminado de inspeccionar el exterior del vehículo, debe entrar en la cabina e iniciar la revisión mecánica del vehículo. Antes de ponerlo en marcha (en caso de que esté apagado) el conductor/operario tiene que cerciorarse de que el asiento y los espejos están bien ajustados. Si el vehículo no está en marcha, es el momento de encenderlo. Deben seguirse las instrucciones del fabricante para poner en marcha el vehículo. Todos los interruptores eléctricos tienen que estar apagados al poner en marcha el vehículo para evitar que la batería se sobrecargue. Los cambios repentinos de temperatura

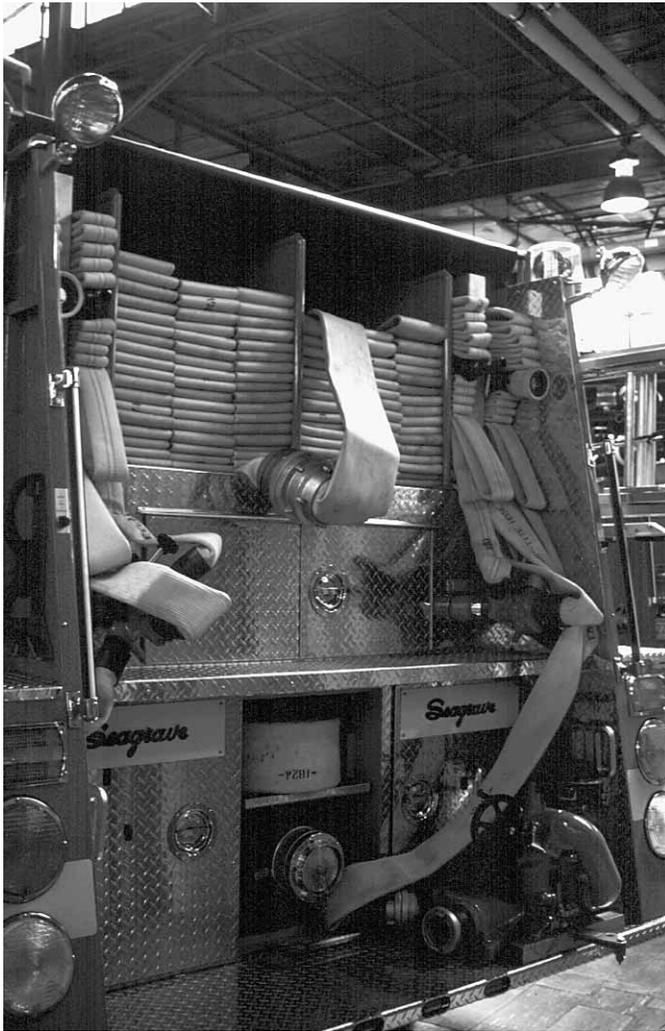


Figura 3.19 Revise el acomodo de mangueras para asegurarse de que el terminado se corresponde con los procedimientos de actuación normalizados.

no son buenos para ningún motor. Si enciende el motor para una respuesta que no sea de emergencia, no hay que revolucionarlo demasiado antes de que haya alcanzado su temperatura de funcionamiento. Asimismo, en caso de que el motor se haya revolucionado por completo, deben seguirse las instrucciones del fabricante para apagarlo. Si desea más información sobre las técnicas de encendido, consulte el capítulo 4 de este manual.

Los cinturones de seguridad tienen que estar bien fijados, deben funcionar correctamente y no quedarse trabados. La cintería no tiene que estar rota ni deteriorada. Las hebillas deben poder abrirse y cerrarse sin dificultad. Es obligatorio que no falte ningún espejo y que ninguno de ellos esté roto. Verifique la inclinación y la altura del volante para asegurarse de que su posición es la adecuada (véase la figura 3.22).

Una vez que el vehículo esté en marcha, el

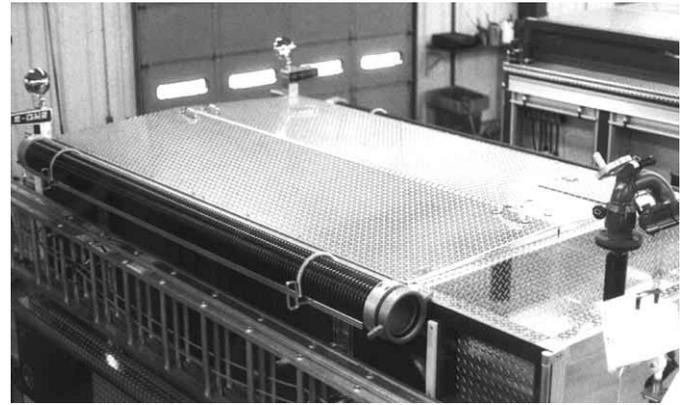


Figura 3.20 Algunos cuerpos de bomberos equipan sus vehículos con puertas batientes de metal para proteger la cama de mangueras. Gentileza de Emergency One.

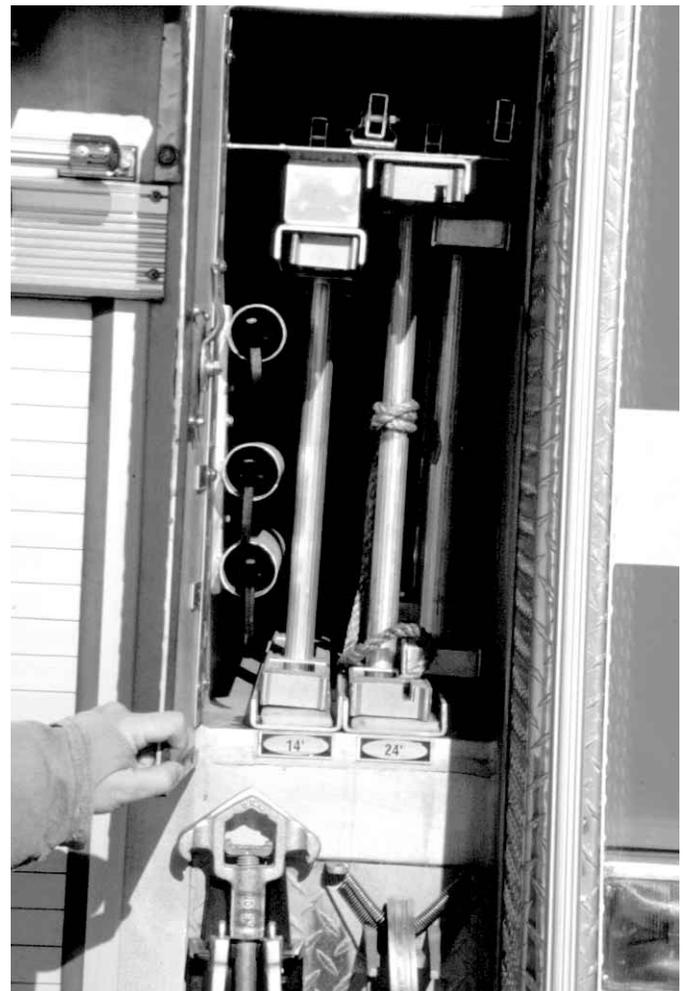


Figura 3.21 Inspeccione todo el equipo almacenado en la zona de la cama de mangueras.

conductor/operario tiene que asegurarse de que todos los indicadores del salpicadero muestran que el vehículo funciona correctamente. El vehículo puede disponer de algunos de los siguientes indicadores o de todos, dependiendo del diseño:



Figura 3.22 Asegúrese de que el volante está ajustado para adaptarse al conductor.

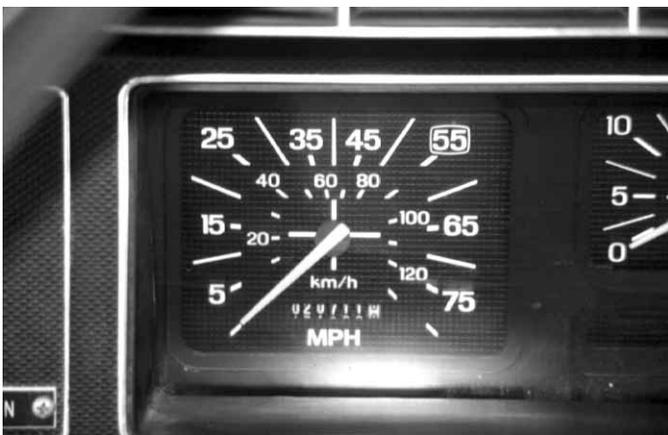


Figura 3.23 El velocímetro tiene que estar a cero o muy cerca de la marca de cero cuando el vehículo esté detenido.

- Velocímetro/Odómetro
- Cuentarrevoluciones (medidas en revoluciones por minuto [rpm])
- Presión del aceite
- Indicador del combustible
- Amperímetro/Voltímetro
- Presión del aire

- Temperatura del líquido refrigerante
- Vacuómetro
- Indicador de presión hidráulica

El velocímetro tiene que estar a cero o muy cerca de la marca de cero mientras el vehículo está aparcado (véase la figura 3.23). Si indica una marca superior, puede ser por dos motivos:

1. El indicador está defectuoso.
2. Está activado el engranaje de la bomba en lugar del engranaje de la transmisión. Si es así, desactive el engranaje de la bomba. La información para llevar a cabo esta operación se encuentra en el capítulo 11 de este manual.

Es preciso comprobar el indicador de combustible para asegurarse de que la cantidad de combustible que hay en el depósito es suficiente. Cada cuerpo de bomberos tiene sus propias normas acerca del nivel mínimo de combustible permitido en un vehículo. Como regla general, es aconsejable mantener al menos tres cuartas partes del depósito llenas en todo momento. De este modo, se asegura que el vehículo puede trabajar durante un extenso período de tiempo sin necesidad de repostar. El conductor/operario debe conocer la capacidad del depósito y el tiempo que dura el combustible en actuaciones de bombeo prolongadas de modo que, cuando se necesite combustible, pueda solicitarse para que el suministro llegue a tiempo.

Es preciso verificar todos los demás indicadores para comprobar que funcionan dentro de los límites establecidos por el fabricante. Dichos límites suelen mostrarse gráficamente en cada uno de los indicadores.

El conductor/operario también tiene que asegurarse de que todos los controles de la cabina funcionan correctamente. Estos controles son los siguientes:

- Interruptores del equipo eléctrico.
- Palancas de los intermitentes.
- Palancas de las luces de gran alcance.
- Controles del aire acondicionado y de la calefacción.
- Controles de la radio (véase la figura 3.24).
- Controles de los dispositivos sonoros de advertencia (sirenas, bocinas de advertencia, bocinas de aire, señales acústicas de marcha atrás, etc.). **NOTA:** es necesario llevar puesto la protección auditiva adecuada en caso de que cualquier miembro del personal vaya a exponerse a niveles de ruido superiores a 90 decibelios.
- Controles de los equipos informáticos de la cabina (terminales móviles de envío de datos [MDT],

ordenadores portátiles, etc.).

- Controles de los limpiaparabrisas.
- Controles del dispositivo para desempañar la luna delantera.
- Control de las cadenas antideslizantes automáticas (si se dispone de ellas).

El conductor/operario tiene que saber que es posible que los vehículos nuevos dispongan de sistemas de gestión de la carga eléctrica. La función de estos dispositivos es evitar una sobrecarga del sistema de generación eléctrica del vehículo. La sobrecarga puede convertirse en un problema a causa de la gran cantidad de equipo eléctrico que tiende a añadirse a los vehículos modernos. Por regla general, estos dispositivos incorporan un secuenciador de carga y un control de la carga. El *secuenciador de carga* acciona diversas luces en intervalos específicos, de modo que la carga eléctrica de todos los dispositivos no se enciende al mismo tiempo. El *control de la carga* “vigila” el sistema eléctrico para protegerlo de cargas eléctricas adicionales que pueden llegar a sobrecargarlo. Si se dan las condiciones para que se produzca una sobrecarga, el control de la carga desconectará el equipo eléctrico que sea menos necesario para evitar que la sobrecarga llegue a producirse. A este procedimiento se le denomina *descarga*; por ejemplo, al activar el conmutador eléctrico para encender dos luces de 500 vatios, el control de la carga puede desconectar el aire acondicionado o las luces del compartimento. Los conductores/operarios tienen que conocer el diseño del sistema de gestión de la carga eléctrica de su vehículo para determinar si funciona correctamente. Asimismo, deben conocer también la diferencia entre la descarga y el mal funcionamiento del sistema eléctrico.

Si el vehículo está equipado con cambio manual, el conductor/operario tienen que revisar el ajuste del pedal del embrague. El *juego* del embrague no tiene que ser insuficiente o excesivo. El *juego del embrague* es la distancia que recorre el pedal desde que se pisa hasta justo antes de que los cojinetes desacoplados se pongan en contacto con la palanca desacoplada del embrague. Si el juego del embrague es insuficiente, el embrague se deslizará, se recalentará y se deteriorará antes de lo previsto. Los cojinetes desacoplados también tendrán una vida más corta. Si el embrague tiene demasiado juego, es posible que no se desacople del todo. En este caso, puede que la marcha rasque y que se dañen los dientes de engranaje. Los conductores/operarios tienen que saber cuál es el juego del embrague adecuado para los vehículos que conducen. Cualquier embrague que no tenga el juego que le corresponde debe ser revisado



Figura 3.24 Asegúrese de que los controles de radio y de la sirena están bien configurados y de que funcionan correctamente.

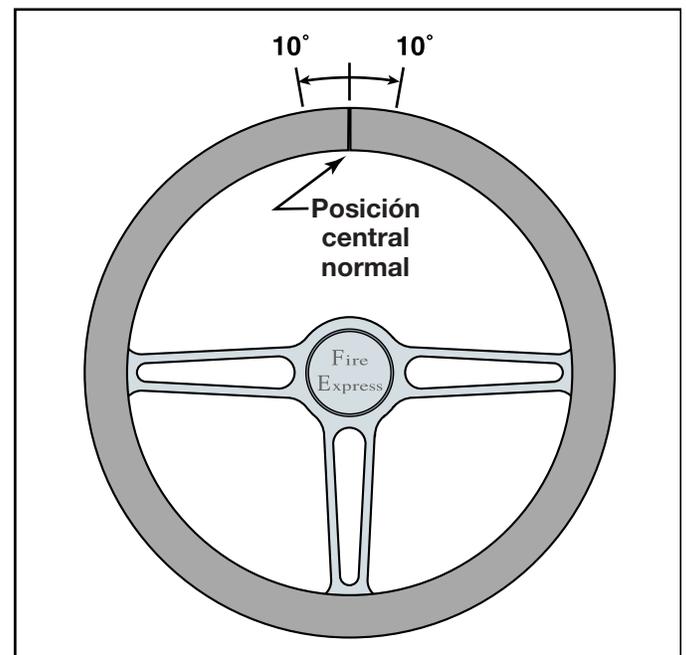


Figura 3.25 El volante no tiene que presentar un juego excesivo.

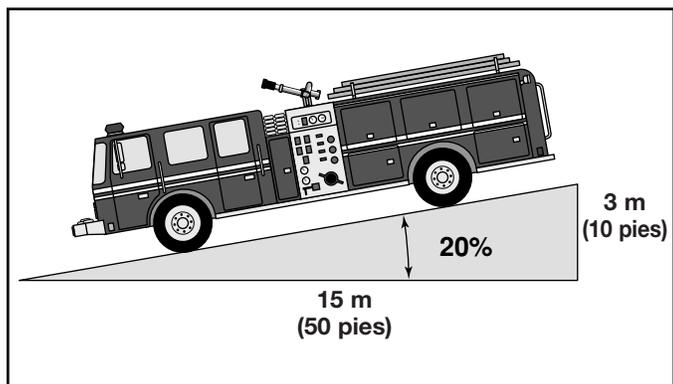


Figura 3.26 El freno de estacionamiento tiene que sujetar el vehículo en pendientes superiores al 20%.

tan pronto como sea posible por un mecánico especializado.

El sistema de dirección debe revisarse para comprobar que el ajuste y el funcionamiento sean correctos. El conductor/operario puede realizar esta tarea con más eficacia si comprueba que el juego del volante no provoca el desplazamiento de las ruedas delanteras. El juego del volante no debe superar los 10 grados en ninguna de las dos direcciones (véase la figura 3.25). En un volante con un diámetro de 500 mm (20 pulgadas), este juego representaría una desviación de unos 50 mm (2 pulgadas) en ambas direcciones. Toda desviación que supere esos límites puede provocar problemas graves en la dirección que pueden hacer que el conductor/operario pierda el control del vehículo en condiciones de conducción normales.

Cerciorarse de que los frenos del vehículo funcionan correctamente es una fase fundamental del proceso de inspección del vehículo. Un gran número de colisiones de vehículos son consecuencia de averías de los frenos. Existen una serie de pruebas que se pueden utilizar para revisar el funcionamiento de los frenos. La legislación federal, estatal o provincial puede establecer el método y la periodicidad de la revisión de frenos. Este apartado se centra en los métodos más utilizados.

La mayoría de los vehículos contraincendios grandes actuales están equipados con sistemas de frenado neumáticos. Los vehículos menores y más antiguos, y algunos vehículos antiguos grandes, están equipados con sistemas de frenado hidráulicos. La mayoría de vehículos nuevos, independientemente del tipo de sistema de frenado, disponen de un sistema de frenado antibloqueo (ABS) que reduce las posibilidades de que el vehículo derrape cuando se pisa el pedal del freno a fondo. Los conductores/operarios tienen que conocer el tipo de frenos de su vehículo, de modo que puedan revisarlo y conducir de modo apropiado. Los

procedimientos para utilizar los diversos tipos de sistemas de frenado durante la conducción se explican en el capítulo 4 de este manual.

La prueba de frenos de la NFPA 1901 consiste en que los vehículos nuevos se detengan completamente a una velocidad de 32 km/h (20 millas/hora) en una distancia que no supere los 10,7 m (35 pies). Esta prueba debe realizarse en una superficie pavimentada y seca. No es recomendable efectuar esta prueba con frecuencia porque puede provocar un desgaste excesivo de los componentes del sistema de frenado. La norma también estipula que el freno de estacionamiento tiene que sujetar el vehículo en una pendiente del 20% (véase la figura 3.26). En muchas jurisdicciones es posible que no existan pendientes con esa inclinación, por lo que no se podrá efectuar dicha prueba.

Existen muchos otros requisitos de la NFPA que tienen que conocer y cumplir regularmente los conductores/operarios. En el caso de los vehículos equipados con frenos neumáticos, la norma establece que la presión de aire tiene que alcanzar el nivel suficiente para que el vehículo esté listo para realizar todas las operaciones a los 60 segundos de haberse puesto en marcha. Si el conductor/operario tiene que esperar más de 60 segundos para conseguir la presión de aire necesaria, el vehículo tiene que ser revisado por un mecánico especializado. Es posible que haya que añadir un compresor de aire eléctrico o conectar el vehículo a un sistema de aire comprimido del parque de bomberos cuando el vehículo no se utilice para mantener la presión de aire adecuada. De este modo, se evitan retrasos en las respuestas a emergencias.

Los vehículos con frenos neumáticos pueden estar equipados con una válvula de protección de la presión de aire que evita que las bocinas de aire se utilicen cuando la presión en el depósito de aire es inferior a 552 kPa (80 lb/pulg²). Si el conductor/operario cree que ello supone un problema, debe informar a la persona adecuada para subsanarlo.

Para probar los frenos de servicio, circule a una velocidad de 10 km/h (5 millas/hora). A continuación, pise el pedal del freno firmemente. El vehículo tiene que



Figura 3.27 En los vehículos equipados con un sistema de frenado neumático, el control del freno de estacionamiento suele ser un interruptor que se estira o se empuja.

detenerse del todo tras haber recorrido unos 6 m (20 pies). En caso de que se dé alguna de las siguientes situaciones, que puede ser indicativa de un problema en los frenos, es preciso que un mecánico revise el vehículo más a fondo:

- El vehículo se desvía hacia un lado al pisar el freno.
- Al pisar el pedal del freno, el conductor/operario tiene la sensación de que está flojo.
- El vehículo no se detiene del todo en unos 6 m (20 pies).

El freno de estacionamiento debe revisarse del mismo modo. Circule a una velocidad de 10 km/h (5 millas/hora). A continuación, active el control del freno de estacionamiento (véase la figura 3.27). El vehículo tiene que detenerse del todo en unos 6 m (20 pies). Si desea más información sobre el sistema de frenado y las pruebas para los frenos, consulte el manual del fabricante o la legislación de la autoridad competente.

Inspección del compartimento del motor

Una vez inspeccionado por completo el exterior del vehículo y finalizadas las pruebas en el interior de la cabina, el conductor/operario tiene que apagar el vehículo y prepararlo para efectuar las comprobaciones rutinarias y los procedimientos de mantenimiento preventivo en el compartimento del motor. Dependiendo de las preferencias del personal y de los procedimientos de actuación normalizados del cuerpo, es probable que el conductor/operario prefiera realizar estas pruebas antes de poner en marcha el vehículo. Si es así, recuerde que la lectura de los niveles de algunos fluidos (aceite del cárter, fluido de transmisión) debe adaptarse al motor en frío. No olvide que, si bien es posible realizar estas comprobaciones antes o después de encender el motor, la mayoría de ellas (con la excepción del nivel de fluido de la transmisión automática) no se pueden efectuar con el motor en marcha. En el caso de los vehículos con cabina basculante, asegúrese de que los mecanismos de nivel y/o de control funcionan sin problemas (véase la figura 3.28). Compruebe el funcionamiento del motor y de las bombas de la cabina (véase la figura 3.29). No existe ningún orden establecido para revisar los elementos necesarios del compartimento del motor. Seguramente, cada conductor/operario tendrá su propia manera de hacerlo. Suele ser recomendable seguir el orden de las tareas necesarias establecido en los formularios de inspección de los vehículos del cuerpo. Como mínimo, hay que revisar los siguientes elementos del compartimento del motor:

- **Nivel de aceite del motor (cárter):** utilice la varilla para asegurarse de que el nivel de aceite se encuentra dentro de los parámetros adecuados (véase la figura 3.30). Si el nivel de aceite es bajo, añada la cantidad



Figura 3.28 El mecanismo de control de la cabina basculante debe activarse antes de reclinar la cabina.



Figura 3.29 Si se inclina la cabina, se tiene acceso al motor y al sistema de transmisión del vehículo.



Figura 3.30 Compruebe el nivel de aceite para asegurarse de que es correcto.

suficiente del tipo de aceite apropiado a través de la apertura de llenado del bloque del motor. Consulte el manual de funcionamiento del fabricante para saber cuál es el tipo de aceite que debe utilizar.

- **Filtro de aire del motor:** revise el sistema de toma de aire para ver si está dañado (véase la figura 3.31). Algunos sistemas de toma de aire están equipados con un indicador de regulación del filtro de aire que determina cuándo se tiene que cambiar el filtro. Si desea información más detallada, consulte el manual del fabricante.
- **Desconexión de emergencia:** haga una revisión de acuerdo con las instrucciones del fabricante para asegurarse de que el sistema de funcionamiento de emergencia está en perfectas condiciones y de que vuelve a su posición inicial. Algunos motores diesel disponen de un interruptor de desconexión de emergencia y de un interruptor manual para volver a conectarlos.
- **Sistema de escape:** revise visualmente el sistema de escape para comprobar que no está dañado. Asegúrese de que la tapa para la lluvia del sistema de escape se abre y se cierra sin problemas.
- **Nivel de refrigerante (anticongelante) del radiador:** compruébelo retirando el tapón de la apertura de llenado del anticongelante, que suele estar situado en el depósito para rebose del sistema de refrigeración, o mirando por la mirilla en caso de que se disponga de ella (véase la figura 3.32). Generalmente, dentro del depósito hay como mínimo una marca que indica el nivel de anticongelante adecuado. En algunos depósitos hay dos marcas: una para cuando el motor está en caliente y otra para cuando está en frío. Añada el anticongelante adecuado cuando el nivel esté bajo. El conductor/operario tiene que comprobar el estado de los manguitos del radiador para asegurarse de que no hay escapes. Cerciórese de que no hay suciedad, como hojas o restos, en la entrada del radiador, ya que reduce la eficacia refrigerante de la unidad.

ADVERTENCIA

Extreme las precauciones al retirar la tapa de llenado del radiador de un vehículo que esté en marcha o que se haya apagado recientemente. Puede que el anticongelante esté hirviendo y/o que emita vapores, lo que puede provocar heridas graves a la persona que retira el tapón. Es preferible revisarlo cuando el motor y el radiador están en fríos.

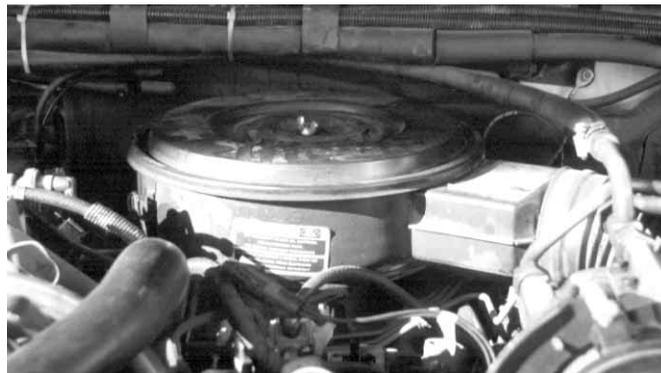


Figura 3.31 Revise el filtro de aire y otros componentes del sistema de toma de aire para ver si están dañados.



Figura 3.32 Es mejor comprobar el nivel de refrigerante cuando el motor está en frío.

- **Ventilador de refrigeración:** revise el ventilador de refrigeración para comprobar si está roto o si le falta alguna aspa (véase la figura 3.33).

ADVERTENCIA

Algunos ventiladores de refrigeración se activan automáticamente sin previo aviso. Extreme las precauciones al trabajar alrededor del ventilador.

- **Nivel de líquido de los limpiaparabrisas:** compruebe el nivel de este líquido, que suele almacenarse en un depósito o un contenedor semitransparentes

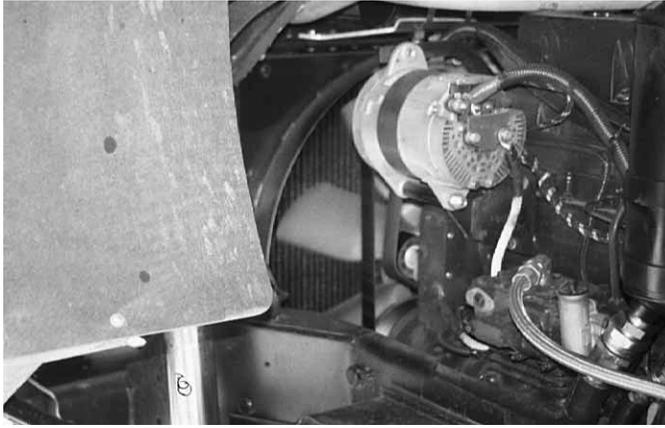


Figura 3.33 Revise el ventilador de refrigeración para comprobar que no está roto y que no falta ninguna aspa.

debidamente identificados (véase la figura 3.34). No existe un nivel mínimo establecido para este líquido. El conductor/operario simplemente tiene que añadir líquido a medida que se vaya agotando. Es recomendable rellenar el depósito se está medio lleno. Estos líquidos están disponibles en el mercado, y los líquidos de diferentes marcas suelen ser compatibles. Asimismo, puede utilizarse agua corriente, aunque tiende a congelarse si la temperatura es baja.

- **Estado de la batería:** revise los diversos componentes de la batería. Dependiendo del diseño del vehículo, las baterías pueden estar ubicadas en el compartimento del motor o en un compartimento aparte en cualquier otro punto del vehículo (véanse las figuras 3.35 a y b). Las baterías de la mayoría de vehículos más modernos son selladas y no requieren ningún tipo de inspección interna por parte del conductor/operario. Las baterías que no están selladas tienen tapones que se deben quitar cuidadosamente para poder revisar el nivel de electrolito (agua). Añada agua si el nivel es bajo. Compruebe también las conexiones de la batería para observar si están bien fijadas y si presentan una corrosión excesiva (véase la figura 3.36). La corrosión de las conexiones del terminal de la batería puede limpiarse mezclando bicarbonato sódico (que químicamente es una *base*) con agua y vertiendo la mezcla sobre las conexiones. Con ello se conseguirá una reacción de neutralización con los sedimentos de corrosivo (*ácido*). A continuación, se puede limpiar la conexión del terminal con un cepillo de alambre y aclararla con agua limpia. Por último, verifique las sujeciones de la batería para cerciorarse de que está bien fijada. Más adelante en este capítulo se proporciona información sobre cómo cargar o hacer un puente a las baterías descargadas. Si el



Figura 3.34 Es recomendable rellenar el depósito de líquido del limpiaparabrisas cuando esté medio lleno.

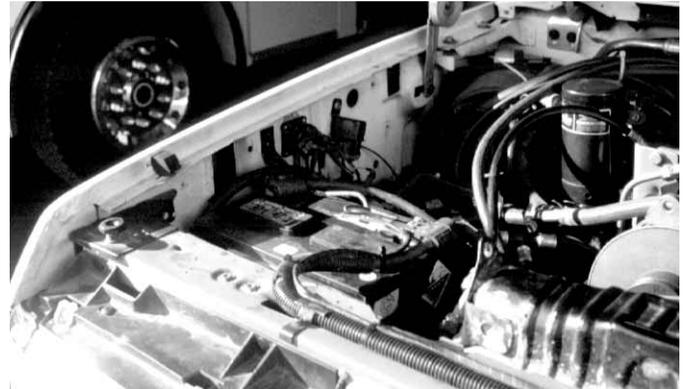


Figura 3.35a Algunas baterías están situadas en el compartimento del motor.



Figura 3.35b Las baterías de los vehículos a medida suelen estar situadas lejos del motor.

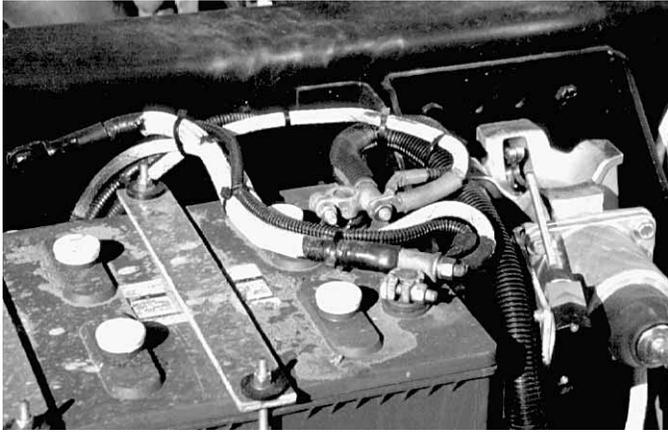


Figura 3.36 Asegúrese de que las conexiones de los bornes de la batería no están afectadas por la corrosión.

vehículo tiene incorporado un cargador de batería, asegúrese de que esa unidad funciona correctamente.

PRECAUCIÓN: lleve puesto el equipo de protección personal adecuado, incluida la protección ocular, al trabajar con baterías. El contacto con el ácido de la batería puede causar heridas en la piel o en los ojos. Asimismo, trabaje en una zona bien ventilada para que las posibles emanaciones que se liberen puedan disiparse.

- **Nivel de fluido de la transmisión automática:** compruebe el nivel de fluido de forma similar a la del nivel del aceite del cárter de muchos vehículos. Existe una varilla especial para efectuar esta comprobación. En la varilla se indica cuál es el nivel correcto de fluido de la transmisión. Algunos vehículos nuevos pueden estar equipados con transmisiones que proporcionen una lectura electrónica del nivel de fluido de la transmisión. Debe conocer el método apropiado para comprobar el nivel de fluido de su vehículo. Añada fluido si la lectura de la varilla indica que es necesario. Dependiendo de las recomendaciones del fabricante, puede ser preciso comprobar el fluido de la transmisión mientras el vehículo está en marcha. En tal caso, es probable que el conductor/operario desee realizar esta comprobación antes de apagar el motor.
- **Nivel de fluido de la dirección:** compruebe el nivel de este fluido utilizando las marcas del indicador proporcionadas por el fabricante. Añada fluido para la dirección si el nivel es bajo. Algunos sistemas de dirección requieren que el nivel de fluido se compruebe mientras el motor está en marcha a una temperatura de funcionamiento normal. No llene demasiado el depósito porque podría dañar el sistema.

- **Líquido de frenos (sistema de frenado hidráulico):** compruebe el nivel de líquido de frenos en el cilindro de freno principal utilizando el procedimiento especificado por el fabricante y, en caso de ser necesario, añada fluido.
- **Sistema de aire:** verifique que no hay escapes en el sistema. Con el sistema de aire a una presión de funcionamiento normal y con el motor apagado, camine alrededor del vehículo y compruebe si oye algún escape. Algunos vehículos pueden disponer de un filtro de secado del aire que también hay que revisar.
- **Correas:** revise todas las correas (de la bomba de agua, del compresor de aire, del ventilador, del alternador, etc.) del compartimento del motor para comprobar si están bien apretadas y no se han desgastado demasiado. El conductor/operario tiene que saber cuándo está bien apretada cada una de las correas. La mayoría de motores tienen múltiples poleas motrices.

ADVERTENCIA

No intente nunca revisar las correas con el motor del vehículo en marcha. Podría sufrir heridas graves o quedar atrapado entre la correa y la(s) polea(s).

- **Escapes:** compruebe que no se hayan producido escapes de ninguno de los fluidos utilizados en el motor del vehículo, por ejemplo, anticongelante, agua, líquido del limpiaparabrisas, aceite, fluido de transmisión, fluido hidráulico, fluido de la dirección y/o fluido de la batería. Revise el estado de todas las manguitos y las líneas hidráulicas para asegurarse de que no haya fluidos.
- **Instalación eléctrica:** revise el estado general de toda la instalación eléctrica del compartimento del motor. Compruebe que los cables no estén deteriorados, agrietados, sueltos o rotos. Corrija todos los problemas eléctricos que se detecten.

En algunos cuerpos de bomberos, los conductores/operarios tienen que revisar la lubricación del bastidor. Si la lubricación se mantiene en buenas condiciones, se ahorra dinero en mantenimiento y en reparaciones y se reduce el tiempo que el vehículo está fuera de servicio. La lubricación eficaz depende del uso de un lubricante recomendado del grado adecuado, de la frecuencia de lubricación, de la cantidad de lubricante y del método de lubricación. Para elegir el lubricante adecuado, hay que tener en cuenta los

requisitos del vehículo que hay que lubricar, las características del lubricante y las recomendaciones del fabricante. El manual del fabricante “recomendará” los grados establecidos por la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) de EE.UU. para el aceite del motor. El grado sólo indica la viscosidad. Otras características esenciales del aceite son la protección contra la corrosión. La acumulación de espuma, residuos y carbono pueden ser controlada por el refinador. No deben mezclarse tipos diferentes de aceite. Hay que consultar siempre el manual del fabricante para saber qué tipo de aceite debe utilizarse y la ubicación de los puntos de llenado y de los elementos que hay que engrasar.

Si el conductor/operario tiene que lubricar los componentes del bastidor, debe conocer todas las conexiones de llenado de la lubricación, que son muy parecidos a los tornillos de las válvulas de los neumáticos (véase la figura 3.37). Una vez localizadas, el conductor/operario tiene que introducir el extremo de la manguera de llenado del inyector de lubricante en la toma. Hay que mantener el mango de la bomba en el inyector de lubricante hasta que ya no entre más lubricante en la toma (saldrá lubricante entre la salida de la manguera y la toma). Repita el proceso alrededor del vehículo hasta llenar todas las tomas. Los vehículos más nuevos pueden estar equipados con sistemas de lubricación automáticos. Si su vehículo dispone de un sistema de este tipo, siga las instrucciones del fabricante en lo que respecta al funcionamiento de dicho sistema.

Además de todos estos elementos, es probable que cada cuerpo de bomberos especifique otras piezas del motor o del vehículo que el conductor/operario debe revisar. El conductor/operario debe asegurarse de revisar todos los elementos necesarios y de documentar la inspección de acuerdo con las políticas del cuerpo.

Inspecciones posteriores a la salida del parque

Todas las funciones descritas en este apartado tienen que efectuarse antes de poner en marcha el vehículo. Asimismo, es buena idea realizar este tipo de inspección después de que el vehículo haya estado en funcionamiento durante un período de tiempo prolongado, por ejemplo, después de una actuación prolongada en un incendio o tras un viaje muy largo. Los viajes largos suelen realizarse en zonas aisladas que cubren distritos de respuesta grandes, en respuestas de cooperación mutua, después de un desfile o después de viajes a centros de servicio lejanos. Cada cuerpo tiene que establecer unas normas para realizar las inspecciones posteriores a la salida del parque. La IFSTA recomienda que se utilicen los mismos procedimientos



Figura 3.37 Lubrique el bastidor poniendo grasa en todos los elementos que la necesiten.

que en las inspecciones antes de salir del parque. No obstante, algunas jurisdicciones pueden optar por utilizar un procedimiento simplificado. Todo conductor/operario debe saber lo que tiene que hacer en cada circunstancia.

Cargar las baterías

Tradicionalmente, la tarea de cargar las baterías siempre la ha realizado el conductor/operario del vehículo. A menudo, es necesario cargar las baterías o hacerles un puente tras largos períodos de inactividad o insuficiencias en el drenaje del sistema eléctrico. Sin embargo, si a un vehículo hay que cargarle las baterías con frecuencia, el mecánico del cuerpo debe revisarlo para subsanar el problema.

En el parque, estas funciones se suelen efectuar con un cargador de baterías. Dado que las baterías producen gas hidrógeno explosivo al cargarlas, los cargadores deben utilizarse correctamente para evitar accidentes innecesarios.

Los conductores/operarios tienen que ser expertos en el uso de los cargadores porque, en muchas ocasiones, tienen que utilizarlos rápidamente para poner en marcha el vehículo justo antes de una respuesta de emergencia. Para conectar los cables y cargar la batería de cualquier vehículo, debe seguirse el procedimiento que se indica a continuación. El conductor/operario tiene que llevar protección ocular de seguridad siempre que realice esta operación.

- Paso 1. Asegúrese de que los interruptores de la batería y del encendido están en la posición de apagado.
- Paso 2. Identifique la polaridad de la batería que hay que cargar (toma de tierra positiva o negativa).



Figura 3.38 Conecte el cable del cargador rojo al borne rojo (+) de la batería.

- Paso 3. Conecte el cable cargador rojo (positivo o “+”) al borne rojo (positivo o “+”) de la batería (véase la figura 3.38).
- Paso 4. Conecte el cable cargador negro (negativo o “-”) al borne negro (negativo o “-”) de la batería.
- Paso 5. Conecte el cargador de la batería a una fuente de energía eléctrica fiable (alejada de los vapores de gasolina y de cualquier vapor inflamable).
- Paso 6. Indique el voltaje de carga de la batería deseado y el amperaje de carga, si es posible especificarlo. (NOTA: los interruptores del cargador de la batería tienen que estar en la posición de apagado cuando no se utilizan.)
- Paso 7. Para desconectar el cargador de la batería, siga este mismo procedimiento, pero a la inversa.

Mantenimiento del equipo general de supresión contraincendios

Aunque las bombas contraincendios se revisan con regularidad siguiendo un calendario programado, el



Figura 3.39 Ponga en marcha el control de accionamiento de la bomba y asegúrese de que la bomba puede ponerse en marcha.

objetivo de estas revisiones es comparar su rendimiento con los niveles establecidos. Además de ello, es preciso efectuar algunos procedimientos de mantenimiento preventivo para detectar averías en la bomba o anomalías en otros elementos del equipo de supresión contraincendios de vehículo. Algunos cuerpos exigen que el conductor/operario realice esas funciones. Es posible que otros recurran a mecánicos o a técnicos especialistas en bombas para llevar a cabo este tipo de mantenimiento. No es necesario efectuar todas las funciones de mantenimiento a diario.

Inspecciones diarias

Aunque no es necesario realizar una inspección completa de vehículo diariamente (o en el caso de algunos cuerpos de bomberos, semanalmente), sí que hay una serie de elementos que el conductor/operario debe revisar cada día. Estos elementos son los siguientes:

- Ponga en marcha el control de accionamiento de la bomba y asegúrese de que la bomba puede ponerse en marcha (véase la figura 3.39). En función del diseño del vehículo, la bomba puede funcionar con una transmisión con eje partido de la toma de fuerza o con un motor independiente. En cualquier caso, asegúrese de que la bomba funciona correctamente. Si desea más información sobre cómo funcionan las bombas contraincendios, consulte el capítulo 9 de este manual.
- Asegúrese de que el depósito de combustible auxiliar está lleno en el caso de que las bombas funcionen con motores independientes que reciban el combustible de un depósito distinto del depósito principal.
- Verifique que todos los indicadores y válvulas del panel de la bomba funcionan correctamente (véase



Figura 3.40 Asegúrese de que todos los controles e indicadores del panel de la bomba funcionan correctamente. *Gentileza de Joel Woods.*

la figura 3.40). Todos los indicadores que aparezcan tanto en el panel de la bomba como en el salpicadero deben revisarse para confirmar que sus indicaciones coinciden. Es recomendable abrir y cerrar cada válvula unas cuantas veces para cerciorarse de que no va dura. Asegúrese de que todos los drenajes de la bomba están cerrados.

- Compruebe que la bomba contraincendios y las líneas nodrizas están completamente drenadas de agua para evitar problemas como el congelamiento del agua en lugares con climas fríos.
- Utilice los controles para revisar o inspeccionar la bomba contraincendios. No es necesario llenarla hasta su máxima capacidad ni tampoco hacer que abastezca la línea nodriza con más agua de la que pueda transportar.
- Revise la cisterna de agua y el depósito de espuma (en caso de que el vehículo cuente con uno) para comprobar el nivel de fluido.
- Inspeccione los bajos del vehículo y los compartimentos interiores para ver si hay indicios de escapes de agua o de espuma.
- Compruebe que no haya daños, escapes ni obstrucciones en ninguno de los sistemas auxiliares



Figura 3.41a Algunos autobombas están equipados con torres de techo, como este autobomba con dispositivos para espuma.



Figura 3.41b Verifique que la torre del parachoques funciona correctamente.

de adaptación al invierno utilizados para evitar se congele el agua para la supresión de incendios. Puede ser necesario poner en marcha el recalentador periódicamente, incluso en verano, para evitar la corrosión. Si desea obtener más instrucciones, consulte el manual del fabricante.

- Revise las torres del techo y del parachoques (en caso de que el vehículo disponga de ellas) para comprobar que funcionan correctamente y que tienen total capacidad de movimiento (véanse las figuras 3.41 a y b). Verifique que la longitud y el patrón de descarga cumplen con las especificaciones del manual del fabricante. Siga los procedimientos de actuación normalizados de su cuerpo de bomberos relativos a la frecuencia de inspección del sistema de descarga de agentes.
- Inspeccione todos los componentes de los sistemas auxiliares de supresión contraincendios a bordo del vehículo (halón, productos de polvo químico seco, etc., en caso de que el vehículo disponga de ellos) para comprobar que no hayan sufrido daños, escapes ni los efectos de la corrosión. Asegúrese de que todas

las conexiones están bien fijadas. Compruebe que todas las válvulas estén en la posición normal de funcionamiento. Revise el nivel de agente en el depósito mediante un indicador del nivel de agente o a través de un indicador visual. Verifique el estado de los sistemas de polvo químico seco para comprobar si se han formado grumos. Si el sistema está equipado con un carrete para mangueras, revíselo para comprobar que funciona correctamente.

Inspecciones semanales

Los siguientes elementos tienen que revisarse, al menos, una vez por semana:

- Aclare la bomba con agua limpia en caso de que una de las normas de su cuerpo de bomberos sea llevar llena la bomba de agua. Puede hacerlo cuando la bomba no esté accionada. Simplemente, abra todas las válvulas y drenajes e introduzca agua en el sistema hasta que salga limpia y sin residuos (véase la figura 3.42). Algunos cuerpos prefieren aclarar la bomba y las tuberías bombeando agua en el sistema a través de la conexión de toma y de la de descarga (consecutivamente). El agua utilizada para aclarar la bomba y las tuberías suele proceder de un hidrante contraincendios. Puede que sea necesario aclarar un poco el hidrante para eliminar restos de suciedad antes de conectarlo a la bomba.
- Revise y limpie los filtros de la toma (véase la figura 3.43). Después del aclarado, puede ser necesario retirar los filtros para limpiar la suciedad que se haya acumulado en ellos.
- Revise la caja del engranaje de la bomba para ver si el nivel de aceite es adecuado y si hay restos de agua. Si desea más información sobre el nivel de aceite adecuado y las medidas para corregirlo, consulte el manual de funcionamiento del fabricante.
- Ponga en marcha el cebador de la bomba con todas las válvulas de la bomba cerradas.
- En caso de que la bomba disponga de múltiples posiciones, ponga en marcha la válvula de conmutación al bombear desde la cisterna nodriza (véase la figura 3.44).
- Revise las prensaestopas para comprobar que no haya escapes excesivos. Cada fabricante de bombas proporciona información sobre la cantidad de agua aceptable que puede gotear de las prensaestopas.
- Vuelva a calibrar el caudalímetro según las instrucciones del fabricante.

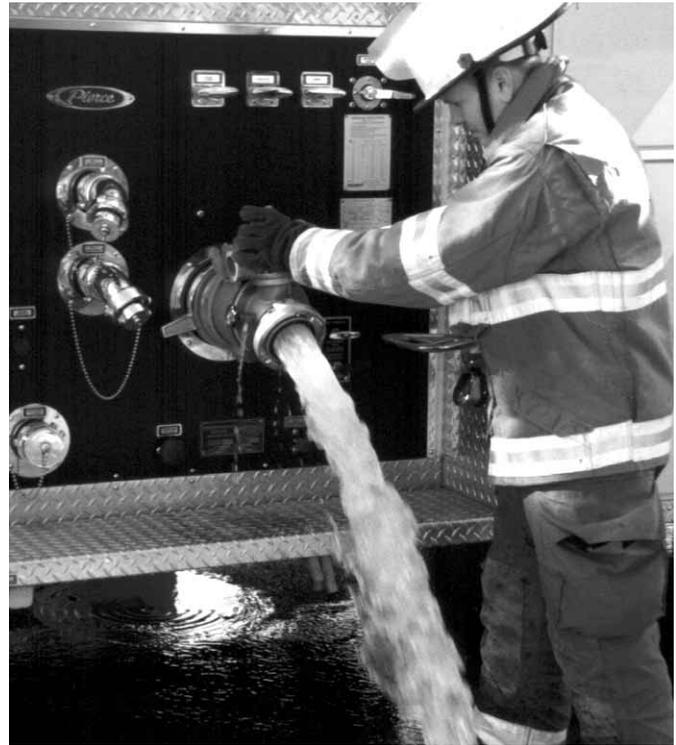


Figura 3.42 Aclare la bomba con agua limpia procedente de un sistema municipal de abastecimiento de agua.



Figura 3.43 Retire la tapa de la toma para comprobar que el filtro no esté obstruido.

- Ponga en marcha los dispositivos de control de presión de la bomba.
- Revise la precisión del sistema de dosificación de espuma. Si desea más información sobre la revisión del sistema de generación de espuma, consulte el manual de la IFSTA *Principles of Foam Fire Fighting* (Principios de la extinción de incendios con espuma).
- Si necesita instrucciones adicionales, consulte las recomendaciones del fabricante de la bomba.

Algunas de estas funciones también pueden efectuarse en caso de que el vehículo lo necesite; por ejemplo, si una bomba se ha utilizado para extraer agua

de un abastecimiento de agua estático, como un lago o un estanque, o en zonas cuyas canalizaciones de agua son viejas o cuyos sistemas de agua están mal diseñados, habrá que aclarar la bomba y las cañerías antes de volver al utilizar el vehículo. Si se ha utilizado agua no tratada para llenar la cisterna de agua del vehículo, se debe drenar, vaciar y volver a llenar con agua limpia lo antes posible. Si desea más información sobre la revisión de la bomba contraincendios, consulte el capítulo 12 de este manual.



Figura 3.44 Si el vehículo dispone de una bomba de dos posiciones, ponga en marcha la válvula de conmutación para cerciorarse de que funciona correctamente.

Conducción de los vehículos de emergencia

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información para que el lector pueda cumplir los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios) edición de 1998. Las partes de los requisitos de rendimiento laboral tratados en este capítulo están marcadas en negrita.

2-3.1* **Dados un vehículo y una ruta predeterminada en la vía pública con las siguientes características y en la que se puedan realizar las siguientes maniobras a las que se tendrá que enfrentar el conductor/operario durante las actuaciones normales, conducir un vehículo contraincendios, de modo que se circule con seguridad de acuerdo con las leyes estatales y locales aplicables, con las normas y los reglamentos del cuerpo de bomberos y con los requisitos del apartado 4-2 de la NFPA 1500, *Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program* (Norma de seguridad ocupacional y programa sanitario de los cuerpos de bomberos).**

- Cuatro giros a la izquierda y cuatro a la derecha
 - Un tramo recto de una calle comercial urbana o una carretera rural de dos carriles de al menos 1,6 km (1 milla) de longitud
 - Un cruce de cuatro caminos y dos intersecciones en las que hay que detenerse
 - Un paso a nivel
 - Una curva, ya sea a la izquierda o a la derecha
 - Un tramo de carretera de acceso limitado con carriles de aceleración y desaceleración convencionales y con un tramo de carretera lo suficientemente largo como para permitir dos cambios de carril
 - Una bajada con la pendiente y la longitud suficientes como para tener que reducir la velocidad y frenar
 - Una subida lo bastante empinada y larga como para tener que cambiar de marcha para mantener la velocidad
 - Un paso inferior, o un espacio o un puente de altura limitada
- (a) *Conocimientos requeridos:* efectos que sobre el control del vehículo tienen el movimiento de líquidos, el tiempo de reacción de frenado, los factores relacionados con la carga, las reacciones generales de la dirección, la velocidad y la fuerza centrífuga; leyes y normativa aplicables; principios para evitar los deslizamientos;

principios de la conducción nocturna; principios de los patrones de cambio de velocidad; preferencia de paso en las intersecciones, en los pasos a nivel, y en puentes; limitaciones de peso y altura en carreteras y puentes; identificación y funcionamiento de los indicadores del vehículo y límites de funcionamiento adecuados.

- (b) *Habilidades requeridas:* utilizar los dispositivos de sujeción de los pasajeros; mantener la distancia de seguridad adecuada; mantener el control del vehículo al acelerar, desacelerar, y girar; mantener la velocidad adecuada en función de la vía, el tiempo, y las condiciones del tráfico; circular con seguridad durante las actuaciones que no sean de emergencia; trabajar en condiciones adversas del entorno o de la superficie de conducción, y utilizar los controles y los indicadores del vehículo.

2-3.2* **Dados un vehículo contraincendios, escolta y un espacio restringido de 3,66 m (12 pies) de anchura donde hay que realizar giros de 90° hacia la derecha y hacia la izquierda desde la carretera, dar marcha atrás con el vehículo e introducirlo en un espacio limitado a ambos lados de éste, de modo que quede aparcado en el área restringida sin necesidad de detenerse ni de dar marcha adelante y sin chocar contra ningún obstáculo.**

- (a) *Conocimientos requeridos:* las dimensiones del vehículo, las características de giro, las señales del escolta y los principios para conducir un vehículo con seguridad.
- (b) *Habilidades requeridas:* utilizar los retrovisores, juzgar la separación entre vehículos y conducir el vehículo con seguridad.

2-3.3* **Dados un vehículo del cuerpo de bomberos, un escolta y una carretera con obstáculos, maniobrar un vehículo evitando los obstáculos de la carretera mientras se avanza y se retrocede, de modo que el vehículo maniobre pasando por los obstáculos sin detenerse para cambiar de dirección y sin chocar contra esos obstáculos.**

- (a) *Conocimientos requeridos:* las dimensiones del vehículo, las características de giro, el efecto del movimiento de líquidos, las señales del escolta y los principios para conducir un vehículo con seguridad.
- (b) *Habilidades requeridas:* utilizar los retrovisores, juzgar la separación entre vehículos y conducir el vehículo con seguridad.

2-3.4* Dados un vehículo del cuerpo de bomberos, un escolta y una zona donde el vehículo no pueda realizar un cambio de sentido sin tener que detenerse y retroceder, realizar un cambio de sentido con el vehículo del cuerpo de bomberos en un espacio reducido, de modo que el vehículo cambien de sentido sin chocar contra los obstáculos que hay en ese espacio.

- (a) *Conocimientos requeridos:* las dimensiones del vehículo, las características de giro, el efecto del movimiento de líquidos, las señales del escolta y los principios para conducir un vehículo con seguridad.
- (b) *Habilidades requeridas:* utilizar los retrovisores, juzgar la separación entre vehículos y conducir el vehículo con seguridad.

2-3.5* Dados un vehículo del cuerpo de bomberos y una situación en la que el operario debe moverse por zonas donde el espacio vertical y horizontal es limitado, maniobrar un vehículo contraincendios en esas zonas, de modo que el operario pueda juzgar con precisión si el vehículo puede pasar a través de las aperturas sin chocar contra los obstáculos.

- (a) *Conocimientos requeridos:* las dimensiones del vehículo, las características de giro, los efectos del movimiento de líquidos, las señales del escolta y los principios para conducir un vehículo con seguridad.
- (b) *Habilidades requeridas:* utilizar los retrovisores, juzgar la separación entre vehículos y conducir el vehículo con seguridad.

2-3.6* Dados un vehículo del cuerpo de bomberos y unas condiciones de emergencia, conducir un vehículo utilizando técnicas de conducción defensiva, de modo que se mantenga el control del vehículo.

- (a) *Conocimientos requeridos:* efectos que sobre el control del vehículo tienen el movimiento de líquidos, el tiempo de reacción de frenado, los factores relacionados con la carga, las reacciones generales de la dirección, la velocidad y la fuerza centrífuga; leyes y normativa aplicables; principios para evitar los deslizamientos; principios de la conducción nocturna; principios de los patrones de cambio de velocidad; preferencia de paso en las intersecciones, en los pasos a nivel, y en puentes; limitaciones de peso y altura en carreteras y puentes; identificación y funcionamiento de los indicadores del vehículo y límites de funcionamiento adecuados.
- (b) *Habilidades requeridas:* utilizar los dispositivos de sujeción de los pasajeros; mantener la distancia de seguridad adecuada; mantener el control del vehículo al acelerar, desacelerar, y girar; mantener la velocidad adecuada en función de la vía, el tiempo, y las condiciones del tráfico; circular con seguridad durante las actuaciones que no sean de emergencia; trabajar en condiciones adversas del entorno o de la superficie de conducción, y utilizar los controles y los indicadores del vehículo.

3-1.2* Dados un autobomba del cuerpo de bomberos y escolta, realizar los ejercicios prácticos de conducción especificados desde el punto 2-3.2 hasta el punto 2-3.5, de modo que todos los ejercicios se realicen con seguridad y sin hacer chocar el vehículo ni chocar con ningún obstáculo.

- (a) *Conocimientos requeridos:* las dimensiones del vehículo, las

características de giro, los efectos del movimiento de líquidos, las señales del escolta y los principios para conducir un vehículo con seguridad.

- (b) *Habilidades requeridas:* utilizar los retrovisores, juzgar la separación entre vehículos y conducir el vehículo con seguridad.

3-1.3* Conducir un autobomba del cuerpo de bomberos por una ruta predeterminada de la vía pública con las características y las maniobras especificadas en la lista 2-3.1, de modo que se circule con total seguridad de acuerdo con todas las leyes locales y estatales aplicables, con las normas y los reglamentos del cuerpo de bomberos y con el apartado 4-2 de la NFPA 1500, *Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program*, (Norma de seguridad ocupacional y programa sanitario de los cuerpos de bomberos).

- (a) *Conocimientos requeridos:* efectos que sobre el control del vehículo tienen el movimiento de líquidos, el tiempo de reacción de frenado, los factores relacionados con la carga, las reacciones generales de la dirección, la velocidad y la fuerza centrífuga; leyes y normativa aplicables; principios para evitar los deslizamientos; principios de la conducción nocturna; principios de los patrones de cambio de velocidad; preferencia de paso en las intersecciones, en los pasos a nivel, y en puentes; limitaciones de peso y altura en carreteras y puentes; identificación y funcionamiento de los indicadores del vehículo y límites de funcionamiento adecuados.
- (b) *Habilidades requeridas:* utilizar los dispositivos de sujeción de los pasajeros; mantener la distancia de seguridad adecuada; mantener el control del vehículo al acelerar, desacelerar, y girar; mantener la velocidad adecuada en función de la vía, el tiempo, y las condiciones del tráfico; circular con seguridad durante las actuaciones que no sean de emergencia; trabajar en condiciones adversas del entorno o de la superficie de conducción, y utilizar los controles y los indicadores del vehículo.

6-1.2* Dado un vehículo contra incendios forestales, realizar los ejercicios prácticos especificados desde el punto 2-3.2 hasta el punto 2-3.5, de modo que todos los ejercicios se realicen con seguridad y sin hacer chocar el vehículo ni chocar con ningún obstáculo.

- (a) *Conocimientos requeridos:* las dimensiones del vehículo, las características de giro, los efectos del movimiento de líquidos, las señales del escolta y los principios para conducir un vehículo con seguridad.
- (b) *Habilidades requeridas:* utilizar los retrovisores, juzgar la separación entre vehículos y conducir el vehículo con seguridad.

6-1.3* Conducir un vehículo contra incendios forestales por una ruta predeterminada de la vía pública con las características y las maniobras especificadas en la lista 2-3.1, de modo que se circule con total seguridad de acuerdo con todas las leyes locales y estatales aplicables, con las normas y los reglamentos del cuerpo de bomberos y con el apartado 4-2 de la NFPA 1500, *Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program*, (Norma de seguridad ocupacional y programa sanitario de los cuerpos de bomberos).

(a) **Conocimientos requeridos:** efectos que sobre el control del vehículo tienen el movimiento de líquidos, el tiempo de reacción de frenado, los factores relacionados con la carga, las reacciones generales de la dirección, la velocidad y la fuerza centrífuga; leyes y normativa aplicables; principios para evitar los deslizamientos; principios de la conducción nocturna; principios de los patrones de cambio de velocidad; preferencia de paso en las intersecciones, en los pasos a nivel, y en puentes; limitaciones de peso y altura en carreteras y puentes; identificación y funcionamiento de los indicadores del vehículo y límites de funcionamiento adecuados.

(b) **Habilidades requeridas:** utilizar los dispositivos de sujeción de los pasajeros; mantener la distancia de seguridad adecuada; mantener el control del vehículo al acelerar, desacelerar, y girar; mantener la velocidad adecuada en función de la vía, el tiempo, y las condiciones del tráfico; circular con seguridad durante las actuaciones que no sean de emergencia; trabajar en condiciones adversas del entorno o de la superficie de conducción, y utilizar los controles y los indicadores del vehículo.

6-1.4* Dada una ruta predeterminada fuera de la vía pública con las siguientes características y en la que se puedan realizar las siguientes maniobras a las que se tendrá que enfrentar el conductor/operario durante las actuaciones normales, conducir un vehículo contra incendios forestales, de modo que se circule con total seguridad de acuerdo con todas las normas y reglamentos aplicables del cuerpo de bomberos, con los requisitos del apartado 4-2 de la NFPA 1500 *Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program* (Norma de seguridad ocupacional y programa sanitario de los cuerpos de bomberos), y con las limitaciones de diseño del vehículo.

- Tierra suelta o húmeda
- Pendientes pronunciadas (del 30% hacia arriba y hacia abajo)
- Visibilidad reducida
- Curva ciega
- Obstáculos que impiden el paso del vehículo (por altura, anchura, bajos, ángulo de aproximación, ángulo de salida)
- Espacio limitado para girar
- Pendientes del talud (del 20% de un lado al otro)

(a) **Conocimientos requeridos:** efectos que sobre el control del vehículo tienen el tiempo de reacción de frenado, los factores relacionados con la carga, las reacciones generales de la dirección, la velocidad y la fuerza centrífuga; leyes y normativa aplicables; principios para evitar los deslizamientos; principios de la conducción nocturna; principios de los patrones de cambio de velocidad; preferencia de paso en las intersecciones, en los cruces con vías de tren, y en puentes; limitaciones de peso y altura en carreteras y puentes; identificación y funcionamiento de los indicadores del vehículo y límites de funcionamiento adecuados.

(b) **Habilidades requeridas:** utilizar los dispositivos de sujeción de los pasajeros; mantener la distancia de seguridad adecuada; mantener el control del vehículo al acelerar, desacelerar, y girar; mantener la velocidad adecuada en función de la vía, el tiempo, y las condiciones del tráfico; circular con seguridad durante las actuaciones que no sean de emergencia; trabajar en condiciones adversas del entorno o de la superficie de conducción, y utilizar los controles y los indicadores del vehículo.

8-1.2* Dados un vehículo abastecimiento de agua del cuerpo de bomberos y un escolta, realizar los ejercicios prácticos especificados desde el punto 2-3.2 hasta el punto 2-3.5, de modo que todos los ejercicios se realicen con seguridad y sin hacer chocar el vehículo ni chocar con ningún obstáculo.

(a) **Conocimientos requeridos:** las dimensiones del vehículo, las características de giro, los efectos del movimiento de líquidos, las señales del escolta y los principios para conducir un vehículo con seguridad.

(b) **Habilidades requeridas:** utilizar los retrovisores, juzgar la separación entre vehículos y conducir el vehículo con seguridad.

8-1.3* Conducir un vehículo de abastecimiento de agua del cuerpo de bomberos por una ruta predeterminada de la vía pública con las características y las maniobras especificadas en la lista 2-3.1, de modo que se circule con total seguridad de acuerdo con todas las leyes locales y estatales aplicables, con las normas y los reglamentos del cuerpo de bomberos y con el apartado 4-2 de la NFPA 1500, *Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program*, (Norma de seguridad ocupacional y programa sanitario de los cuerpos de bomberos).

(a) **Conocimientos requeridos:** efectos que sobre el control del vehículo tienen el movimiento de líquidos, el tiempo de reacción de frenado, los factores relacionados con la carga, las reacciones generales de la dirección, la velocidad y la fuerza centrífuga; leyes y normativa aplicables; principios para evitar los deslizamientos; principios de la conducción nocturna; principios de los patrones de cambio de velocidad; preferencia de paso en las intersecciones, en los pasos a nivel, y en puentes; limitaciones de peso y altura en carreteras y puentes; identificación y funcionamiento de los indicadores del vehículo y límites de funcionamiento adecuados.

(b) **Habilidades requeridas:** utilizar los dispositivos de sujeción de los pasajeros; mantener la distancia de seguridad adecuada; mantener el control del vehículo al acelerar, desacelerar, y girar; mantener la velocidad adecuada en función de la vía, el tiempo, y las condiciones del tráfico; circular con seguridad durante las actuaciones que no sean de emergencia; trabajar en condiciones adversas del entorno o de la superficie de conducción, y utilizar los controles y los indicadores del vehículo.

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contra incendios) Copyright© 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contra incendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.



Figura 4.1 Un porcentaje significativo de lesiones y muertes de bomberos son consecuencia de los accidentes de tráfico.

La capacidad de controlar y maniobrar un vehículo contraincendios con seguridad es uno de los aspectos más importantes de las responsabilidades de un conductor/operario. En pocas palabras, el objetivo principal de un conductor/operario es básicamente hacer llegar el vehículo y sus ocupantes hasta el lugar del incidente de modo rápido, seguro y eficaz. No se pueden iniciar las actuaciones de emergencia hasta haber llegado al lugar en cuestión, y, si por causa de una conducción poco segura no se llega al lugar de la emergencia, esas actuaciones no se iniciarían nunca.

Considere qué impacto tiene sobre un sistema de respuesta a emergencias que uno de sus vehículos se vea implicado en una colisión mientras se dirige al lugar de una emergencia. Imagine que se envía una sola compañía de autobomba para extinguir un incendio en un automóvil y que por el camino no respeta un semáforo en rojo y choca contra otro automóvil en una intersección. Como mínimo, será necesario enviar otra compañía de autobomba (y quizás más recursos) para atender la colisión, y hay que recordar que la emergencia del incendio en el automóvil continúa sin respuesta. Lo que empezó como una respuesta de una sola compañía ahora implica al menos a tres compañías de autobomba, jefes de bomberos, ambulancias, policías y otros recursos necesarios. Si el conductor/operario se hubiera detenido en la intersección, aún se dispondría de todos esos otros recursos para responder a posibles emergencias. Por otra parte, es necesario considerar el impacto sobre las vidas de aquéllos implicados en el accidente con el vehículo contraincendios y de aquéllos que esperaban la llegada de los bomberos para extinguir el incendio en el automóvil.

Las estadísticas recopiladas anualmente por la NFPA muestran que entre un 15 y un 20% de todas las lesiones

Tabla 4.1
Horas en que se producen las colisiones
(estudio de la IUP)

Hora del día	Número de colisiones
Día	108 (51%)
Amanecer/anocheecer	23 (11%)
Noche	58 (27%)
No se sabe	23 (11%)

Tabla 4.2
Estado de la carretera en el momento de la colisión (estudio de la IUP)

Estado de la carretera	Número de colisiones
Carretera seca	130 (61%)
Carretera húmeda	22 (10,5%)
Nieve/hielo	28 (13%)
Carretera embarrada	1 (0,5%)
No se sabe	32 (15%)

y muertes de bomberos están provocadas por colisiones de vehículos que se dirigían al lugar de una emergencia o regresaban de él (véase la figura 4.1). Esto supone la cifra de 25 bomberos muertos por año. Asimismo, los estudios del Departamento de transporte estadounidense han indicado que un número aproximadamente igual de civiles fallece cada año en colisiones relacionadas con vehículos contraincendios. Tal y como veremos en este capítulo, la mayoría de estas colisiones pueden evitarse siguiendo los principios para una conducción segura. Dichos principios de conducción también reducen el desgaste del vehículo y alargan su vida útil.

Este capítulo trata los diversos elementos que intervienen en la conducción segura de un vehículo contraincendios. En primer lugar, es importante conocer las causas más habituales de las colisiones y cómo podemos evitarlas. El conductor/operario debe conocer las técnicas adecuadas para arrancar un vehículo y conducirlo, para conducir en condiciones adversas y para utilizar los dispositivos de advertencia y de control del tráfico. La última parte del capítulo ofrece información sobre los ejercicios prácticos de conducción necesarios para que un conductor/operario cumpla los requisitos establecidos por la NFPA 1002.

Tabla 4.3
Horas en que se producen las colisiones
(estudio del estado de Nueva York)

Hora del día	Número de colisiones
Día	825 (70%)
Amanecer/anocheecer	52 (5%)
Noche	283 (24%)
No se sabe	12 (1%)

Tabla 4.4
Estado de la carretera en el momento de la colisión
(estudio del estado de Nueva York)

Estado de la carretera	Número de colisiones
Carretera seca	891 (63%)
Carretera húmeda	352 (25%)
Nieve/hielo	90 (6%)
Carretera embarrada	4 (1%)
No se sabe	77 (5%)

Asimismo, es importante destacar que, aunque este capítulo trata principalmente sobre la conducción del vehículo conrainscendios, todas estas prácticas de seguridad se aplican a la conducción de los vehículos particulares utilizados por los bomberos voluntarios. No podemos olvidar que, al cabo del año, se produce un número significativo de colisiones relacionadas con bomberos voluntarios que conducen vehículos particulares. Si se siguen las recomendaciones de este capítulo, puede reducirse la incidencia y la gravedad de las colisiones de estos vehículos.

Estadísticas y causas de colisiones

Dice la creencia popular que aquéllos que no conocen la historia están destinados a cometer los mismos errores del pasado. Con esta idea presente, es importante revisar las estadísticas y las causas de las colisiones de vehículos de emergencia. Si se revisa esta información, es fácil darse cuenta de dónde radica el problema y qué puede hacerse para solventarlo.

Aunque la NFPA conserva información detallada sobre las lesiones y muertes de bomberos, sus estudios no proporcionan una información muy extensa sobre las condiciones y las causas de colisión. Los estudios suelen señalar que llevar desabrochados los cinturones

de seguridad, las condiciones deficientes de la carretera y del vehículo y no respetar las normas de circulación están a menudo presentes en las colisiones de vehículos. Además del trabajo individual realizado por los cuerpos de bomberos sobre sus propios accidentes, no existen estudios exhaustivos que ofrezcan información sobre las causas de colisión de los vehículos conrainscendios. A pesar de ello, existen dos estudios estatales sobre colisiones de vehículos de servicios médicos de urgencia que ofrecen una perspectiva del problema. Dado que ambos tipos de vehículos trabajan en condiciones similares, la información de esos estudios es pertinente para los vehículos conrainscendios.

La Indiana University of Pennsylvania (IUP) realizó el primer estudio. Para realizarlo, se basaron en los 1.079 proveedores de servicios médicos de urgencia del estado de Pensilvania (EE.UU.). Durante un año, se documentaron 212 colisiones de vehículos de servicios médicos de urgencia. Tal y como indican las tablas 4.1 y 4.2, la mayoría de estas colisiones se produjeron de día en carreteras anchas y secas.

El segundo estudio lo realizó el Programa de servicios médicos de urgencia del Departamento de salud del estado de Nueva York (EE.UU.). Esta investigación estudió las colisiones de 1.412 vehículos de servicios médicos de urgencia acontecidas durante un periodo de cuatro años. Los resultados fueron muy similares a los del estudio de la IUP (véanse las tablas 4.3 y 4.4).

Lo que ambos estudios indican es que, aunque hay que aprender a conducir en condiciones meteorológicas adversas, es más probable que se produzca una colisión en situaciones de buena visibilidad y con un estado adecuado de la carretera. Por tanto, hay que buscar otras causas para los accidentes de los vehículos conrainscendios. Dichas causas suelen ser cinco:

1. Maniobra inadecuada de marcha atrás del vehículo conrainscendios
2. Conducción temeraria por parte de los demás vehículos
3. Velocidad excesiva del conductor/operario del vehículo conrainscendios
4. Falta de experiencia y habilidad en la conducción por parte del conductor/operario el vehículo conrainscendios
5. Diseño o mantenimiento deficientes del vehículo conrainscendios

Un gran porcentaje de las colisiones se produce cuando el vehículo da marcha atrás. Aunque raramente



Figura 4.2a Los accidentes mientras se da marcha atrás son el motivo principal de los daños producidos en un vehículo. *Gentileza de Chris Mickal.*



Figura 4.2b Consecuencias de un accidente mientras el vehículo iba marcha atrás. *Gentileza de Ron Jeffers.*

suelen causar lesiones graves o muertes, representan un porcentaje significativo de los costes generales por daños (véanse las figuras 4.2 a y b). Las colisiones durante estas maniobras pueden suceder en un gran número de sitios. En el lugar de la emergencia, suele ser necesario que el vehículo tenga que dar marcha atrás para colocarse en la posición en la que se utilizará o para abandonar el lugar una vez finalizado el trabajo. Las colisiones durante las maniobras de marcha atrás también se producen en los aparcamientos, tanto si el vehículo realiza tareas rutinarias como de emergencia. Por último, pueden producirse colisiones de este tipo mientras los vehículos entran marcha atrás en el parque de bomberos.

Las acciones de conducción temeraria por parte de los otros vehículos son muy variadas. Algunos de los problemas más habituales son:

- Infracción de las normas o reglas de circulación
- No ceder el paso a vehículos de emergencia

- Velocidad excesiva
- Comportamiento impredecible provocado por una reacción de pánico al acercarse un vehículo de emergencia
- Falta de atención

El conductor/operario del vehículo contraincendios debe ser siempre consciente de que no puede controlar el modo en que la gente reacciona a su paso. Por tanto, no debe ponerse a sí mismo o a los demás vehículos en una situación que pudiera provocar una colisión.

La urgencia de la emergencia suele hacer que el conductor/operario del vehículo contraincendios conduzca a velocidades mayores que las razonables. La velocidad excesiva puede provocar uno de los dos tipos siguientes de colisiones:

- Se pierde el control del vehículo en una curva o en una carretera cuya superficie está en malas condiciones, lo que puede hacer que el vehículo salga de la carretera, dé una vuelta de campana o choque contra otro vehículo o contra algún otro obstáculo (véase la figura 4.3).
- El conductor/operario es incapaz de detener el vehículo a tiempo para no chocar contra otro vehículo u obstáculo.

Hay que recordar que no es lo mismo conducir un vehículo contraincendios que un vehículo particular, ya que el vehículo contraincendios necesita más tiempo para detenerse. El vehículo contraincendios necesita una distancia de detención superior a la que necesitaría un turismo, porque el vehículo contraincendios pesa más que un turismo. Asimismo, los frenos neumáticos que suelen utilizarse en vehículos contraincendios tardan algo más en activarse y detener el vehículo que los frenos hidráulicos/mecánicos de un turismo. Más adelante en este capítulo, se ofrecen con mayor detalle las distancias de detención y los tiempos de frenado. Además, los vehículos contraincendios suelen llevar mucho peso en la parte superior, por lo que las maniobras y los giros rápidos les afectan más de lo que afectarían a los vehículos más pequeños.

Si el conductor/operario no tiene las habilidades de conducción necesarias, puede ser consecuencia de un gran número de factores, como haber recibido un entrenamiento insuficiente o no conocer bien el vehículo. Los cuerpos de bomberos deben asegurarse de que todos los aspirantes a conductores/operarios siguen un programa de entrenamiento exhaustivo *antes* de autorizarlos a conducir un vehículo contraincendios en condiciones de emergencia. Nunca debe asignarse a nadie la tarea de conducir un vehículo para el que no ha



Figura 4.3 Muchos vehículos que salen de la carretera de modo incontrolado acaban volcando. *Gentileza del National Interagency Fire Center (Centro nacional formado por diversas organizaciones contraincendios de EE.UU.).*

recibido entrenamiento, ya que, si se desconocen las características de conducción del vehículo en concreto, puede provocarse una colisión grave.

Aún así, existen otros factores que pueden contribuir a provocar colisiones causadas por errores del conductor/operario. Estos factores son los siguientes:

- **Exceso de confianza en las capacidades de conducción de uno mismo:** el conductor/operario puede tener una opinión demasiado buena sobre sus capacidades debida a la subida de adrenalina provocada por la respuesta a una emergencia. Esto puede hacer que conduzca el vehículo sobrepasando sus capacidades o las del vehículo.
- **Incapacidad para reconocer una situación peligrosa:** un conductor/operario con entrenamiento insuficiente no es capaz para detectar una situación peligrosa cuando se aproxima a ella. Durante un estudio de conductores de camiones comerciales realizado por la Sociedad de ingenieros Automotrices (SAE) de EE.UU., se determinó que en el 42% de todas las colisiones el conductor/operario no fue consciente del problema hasta que ya era demasiado tarde para corregirlo.
- **Falsa sensación de seguridad por no haber sufrido nunca un accidente:** esto se refleja en la actitud de “nunca he tenido un accidente, ¿por qué debería preocuparme ahora?”
- **Desconocimiento de las capacidades de los vehículos:** muchos conductores/operarios desconocen las posibilidades de las que dispone un vehículo de emergencias para hacer frente a una situación de posible accidente. No conocen las



Figura 4.4 Los vehículos con centros de gravedad elevados son especialmente propensos a volcar.

capacidades de las que dispone el vehículo que pueden utilizarse para evitar colisiones. Tampoco conocen las características más sencillas del vehículo como, por ejemplo, el hecho de que, si la cisterna de un vehículo contraincendios está vacía, éste será más ligero y podrá ir más rápido, lo que hace que sea probable que derrape.

- **Conocimientos insuficientes sobre cómo utilizar los controles de un vehículo durante una emergencia:** de nuevo, se trata de un problema causado por la falta de entrenamiento.

El diseño y el mantenimiento deficientes del vehículo pueden ser la causa de un gran número de colisiones graves. Los problemas de diseño del vehículo no suelen ser tan graves si el vehículo ha sido construido por un fabricante de vehículos contraincendios. En cambio, si lo han construido los miembros de un cuerpo de bomberos o los mecánicos locales “artesanalmente”, este tipo de problemas aumenta. Estos vehículos se construyen sobre bastidores de vehículos excedentes del gobierno o vehículos que se utilizaban para otras funciones. Suelen tener sobrepeso, un centro de gravedad elevado y están contruidos sobre bastidores que ya habían sufrido desgaste antes de convertirse en vehículos contraincendios (véase la figura 4.4).

En especial, el índice de colisiones de los camiones cisterna contruidos de este modo es elevado. Suelen construirse sobre bastidores militares viejos de 6x6, así como sobre camiones cisterna para fueloil o gasolina transformados (véase la figura 4.5). Estos bastidores no suelen estar diseñados para soportar el peso del agua que tendrán que transportar. Es necesario tener presente que un litro (galón) de agua, que pesa 1 kg (8,33 libras), pesa más que un litro (galón) de gasolina o fueloil, que pesan respectivamente 0,67 kg (5,6 libras) y 0,85 kg (7,12 libras). Si se multiplica por 4.000 L (1.000



Figura 4.5 Los camiones cisterna para el agua que se construyen a partir de viejos camiones cisterna para leche o petróleo deben conducirse con precaución.

galones) o más, esta diferencia resulta significativa.

Otro problema consiste en que a menudo las cisternas están divididas en compartimentos de un modo inadecuado, por lo que cuando el vehículo se conduce con la cisterna parcialmente llena, los movimientos del líquido en el interior pueden provocar la pérdida de control del vehículo. Si desea más información sobre las divisiones de compartimentos de la cisterna, consulte el capítulo 14 de este manual.

El mantenimiento deficiente del vehículo también puede provocar averías en los sistemas, lo que puede causar una colisión. Esto sucede especialmente con los frenos. Numerosas colisiones de vehículos contraincendios con consecuencias mortales se deben a un mal mantenimiento de los frenos del vehículo. La posibilidad de que se produzca una avería mecánica puede reducirse si se realiza un mantenimiento eficaz del vehículo.

Reglamento de circulación

En EE.UU. y Canadá, el conductor/operario de vehículos contraincendios está regulado por leyes federales, por códigos estatales o provinciales referentes a vehículos motorizados, por ordenanzas municipales, por las normas de la NFPA y por las políticas del cuerpo. Todos los miembros del cuerpo de bomberos deben estudiar estas leyes y normas. Dado que el reglamento cambia de un estado a otro o de una provincia a otra, la información que ofrecemos sobre ellos es general.

El conductor/operario del vehículo contraincendios está sujeto a cualquier estatuto, norma, reglamento u ordenanza que rijan sobre cualquier conductor de vehículo, a no ser que esté específicamente exento de ellos. Los estatutos suelen describir aquellos vehículos



Figura 4.6 El conductor/operario debe extremar las precauciones cuando conduzca con condiciones meteorológicas adversas.

que se encuentran en la categoría de vehículos de emergencia, que suele cubrir a todos los vehículos de un cuerpo de bomberos que responden a una emergencia. En algunas jurisdicciones, los estatutos pueden eximir a los vehículos de emergencia de los reglamentos de circulación que se aplican al público general sobre velocidad, dirección del trayecto, dirección de los giros y aparcamiento, siempre que respondan a una emergencia notificada. En todas estas circunstancias, el conductor/operario debe extremar las precauciones para procurar la seguridad de los demás y mantener el control total del vehículo. Si el vehículo regresa al parque desde el lugar donde se produjo la o se encuentra en una situación que nos sea de emergencia, deberá respetar las señales y las normas de tráfico.

Hay que tener en cuenta que la mayoría de reglamentos de circulación hacen referencia a condiciones en las que la carretera está seca y despejada y se goza de luz solar. El conductor/operario debe ajustar la velocidad para adaptarse a las carreteras mojadas, a la oscuridad, a la niebla o a cualquier otra condición que haga que la circulación normal de un vehículo de emergencia sea más peligrosa (véase la figura 4.6).

Los vehículos de emergencia no suelen estar exentos de las leyes que exigen que los vehículos se detengan cuando un autobús escolar indica con las luces de señalización intermitentes que los niños están bajando o subiendo. El vehículo contraincendios sólo podrá proseguir su marcha cuando el conductor del autobús o un oficial de policía así lo indiquen. A continuación, el conductor/operario deberá avanzar lentamente y con precaución por si algún niño que no se ha percatado de la presencia de un vehículo contraincendios.

Si un conductor/operario no obedece los reglamentos de circulación estatales, locales o del



Figura 4.7 El conductor/operario debe respetar todas las normas de tráfico. Si un vehículo contraincendios efectúa maniobras como adelantar un vehículo parado por la derecha, está realizando la misma infracción que si este tipo de maniobras las realizara un turismo.

cuerpo puede estar sujeto a procesamiento civil en caso que el vehículo se vea implicado en una colisión (véase la figura 4.7). Además, si es negligente en la conducción de un vehículo de emergencia y sufre una colisión, puede considerarse responsable tanto al conductor/operario como al cuerpo de bomberos.

Arranque y conducción del vehículo

Por supuesto, antes de que el conductor/operario pueda realizar cualquier otra tarea, debe ser capaz de arrancar el vehículo y conducirlo de un modo seguro y eficaz. Los siguientes apartados ofrecen información detallada sobre los procedimientos normalizados que deben utilizarse para arrancar y conducir un vehículo contraincendios. Hay que tener presente que cada fabricante de ofrece recomendaciones específicas para sus vehículos. Si se desea conocer las instrucciones específicas de un vehículo, debe consultarse el manual del fabricante para el operario que se facilita con cada vehículo.

El conductor/operario debe arrancar el vehículo tan pronto como le sea posible, ya que de este modo el motor estará caliente cuando el resto del personal haya subido y esté preparado para responder. Debe dejarlo en marcha tanto tiempo como sea posible antes de salir a la carretera, en el caso de una respuesta no urgente este tiempo puede ser de entre 3 y 5 minutos; si se trata de una emergencia, podrían ser de tan solo unos segundos.

Lo primero que un conductor/operario debe saber al arrancar el vehículo en cualquier circunstancia es hacia dónde se dirige, lo que aún es más importante si se trata de una situación de emergencia. Si conoce la ubicación exacta del incidente, el conductor/operario puede tener



Figura 4.8 Todos los bomberos deben estar sentados y con los cinturones abrochados antes de poner en marcha el vehículo.



Figura 4.9 Desconecte los cables eléctricos antes de entrar en la cabina.

en cuenta factores importantes que podrían afectar a la respuesta, como las carreteras cortadas y las condiciones del tráfico. El vehículo no debe moverse hasta que todos los ocupantes estén en la cabina, sentados y con los cinturones abrochados (véase la figura 4.8).

Cómo arrancar el vehículo

Para arrancar el vehículo e iniciar una respuesta, puede utilizarse el siguiente procedimiento:

Paso 1. Retire todos los sistemas que unan el vehículo al suelo. Lo primero que el conductor/operario suele hacer cuando se prepara para subir al vehículo y arrancarlo es desconectar los cables eléctricos externos, la mangueras de aire o las



Figura 4.10 Algunos sistemas de escape expulsan automáticamente la manguera del vehículo cuando se mueve del lugar donde estaba aparcado.

mangueras de los sistemas de escape del vehículo (véase la figura 4.9). Los cables eléctricos sirven para mantener las baterías del vehículo cargadas en todo momento. Puede haber mangueras de aire conectadas al vehículo para mantener siempre una cantidad de aire adecuada en los frenos del vehículo. Las mangueras de escape se utilizan para extraer las emisiones de los motores diesel hasta el exterior del parque, ya que los estudios de laboratorio han demostrado que estas emisiones contienen derivados del benceno que son cancerígenos. Algunos vehículos están equipados con sistemas que los unen a tierra que están diseñados para desengancharse automáticamente si el vehículo arranca o se mueve (véase la figura 4.10). Asegúrese de que estos sistemas están desconectados antes de salir del parque con el vehículo.

Paso 2. Active la batería o baterías del vehículo. La mayoría de vehículos contraincendios están equipados con un interruptor de batería que apaga todos los sistemas eléctricos del vehículo cuando está estacionado y apagado. El propósito de este interruptor es evitar pérdidas eléctricas innecesarias de la batería para que el conductor/operario no se la encuentre descargada en el momento de arrancar el vehículo.

La mayoría de vehículos contraincendios están equipados con dos baterías, como medida de seguridad por si una de las dos está descargada. Esta batería suplementaria también proporciona energía a los múltiples equipos eléctricos de los vehículos contraincendios. En los vehículos equipados con dos baterías, puede que el interruptor de la batería tenga cuatro

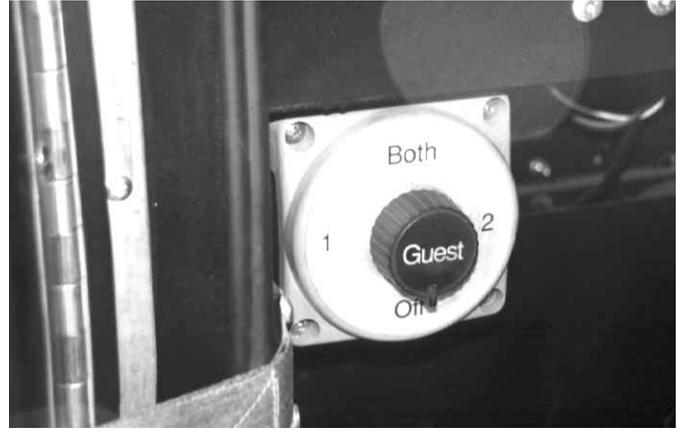


Figura 4.11 El interruptor de posición múltiple rotatorio para baterías es más habitual en los vehículos contraincendios modernos.



Figura 4.12 Algunos vehículos pueden estar equipados con un interruptor simple *on/off* para las baterías.

posiciones: *Off* (ambas apagadas), *Battery 1* (batería 1 encendida), *Battery 2* (batería 2 encendida) y *Both* (ambas encendidas) (véase la figura 4.11). Por supuesto, estas posiciones ofrecen al conductor/operario la posibilidad de utilizar sólo una batería o las dos al arrancar y conducir el vehículo. Puede que los vehículos más nuevos dispongan de un único interruptor *on/off* (véase la figura 4.12). Independientemente del tipo de interruptor del vehículo, nunca debe utilizarse mientras el motor está en marcha. Para obtener información sobre los casos en que debe utilizarse una batería o las dos, consulte las instrucciones del fabricante del vehículo y los planes de actuación normalizados. Según la ubicación del interruptor, el conductor/operario puede elegir utilizar este interruptor antes de entrar en la cabina o inmediatamente después de sentarse en el lugar del conductor.

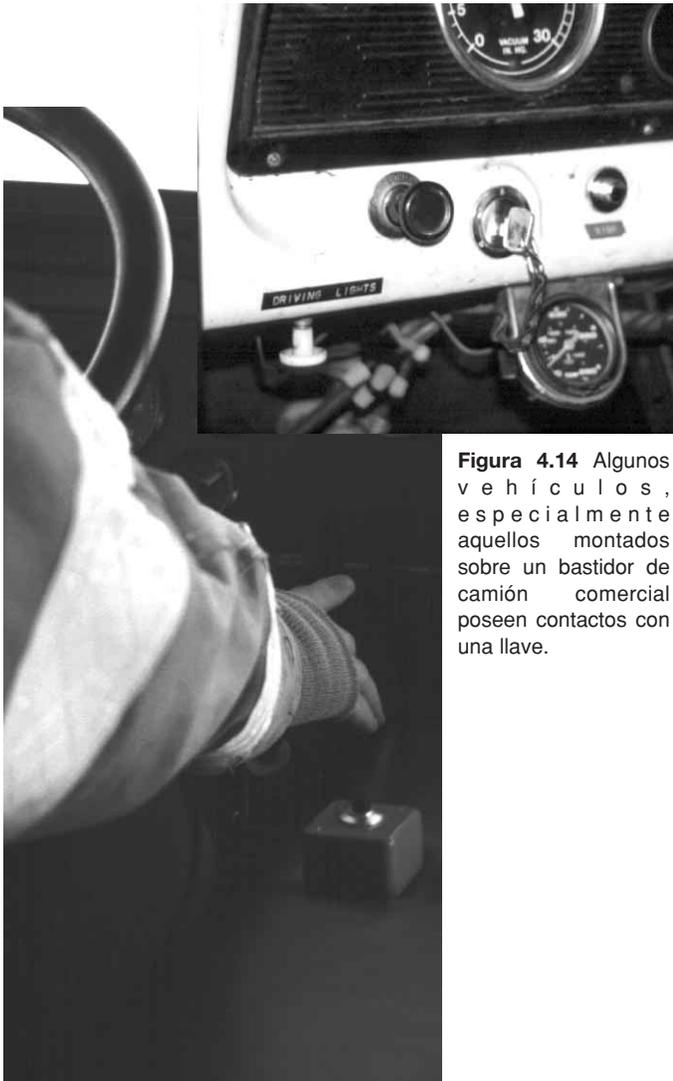


Figura 4.14 Algunos vehículos, especialmente aquellos montados sobre un bastidor de camión comercial poseen contactos con una llave.

Figura 4.13 El conductor/operario inicia el proceso encendiendo el interruptor de ignición.

Paso 3a. Transmisión manual. Arranque el motor. En un vehículo equipado con un cambio de marchas manual, el conductor/operario debe arrancar el motor en punto muerto (N) y con el freno de mano puesto. El conductor/operario inicia el proceso encendiendo los interruptores de ignición (véase la figura 4.13), que suelen estar en el salpicadero. Una vez encendidos estos interruptores, apriete el pedal del embrague para desembragar el vehículo. Después de soltar el pedal, puede utilizar el contacto. Los vehículos contraincendios pueden disponer de varios modelos de contactos. Algunos utilizan una llave única, parecida a la de un turismo (véase la figura 4.14). Otros utilizan conmutadores de palanca dobles o simples o pulsadores (véanse las figuras 4.15 a y b). Los contactos dobles se utilizan en los vehículos equipados con dos baterías, por lo que



Figura 4.15a Algunos interruptores de los contactos son conmutadores de palanca.



Figura 4.15b Algunos vehículos con diseño especial poseen interruptores de contacto del tipo pulsador.

cada uno de ellos estará conectado a una batería. Si el procedimiento de actuación normalizado indica que sólo debe activar una batería, asegúrese de que utiliza el contacto adecuado para encender el vehículo. Si utiliza ambas baterías, active los dos contactos al mismo tiempo. El contacto debe utilizarse en intervalos que no superen los 30 segundos, con un descanso de 60 segundos entre cada intento en caso de que el vehículo no arranque. Si se utiliza el contacto en periodos más largos, puede sobrecalentarse. (NOTA: en los motores de gasolina, puede ser necesario utilizar un dispositivo de arranque en frío antes de utilizar el arrancador [véase la figura 4.61]. No utilice este dispositivo de arranque en frío en climas cálidos o cuando el vehículo ya esté caliente.)



Figura 4.16 Los vehículos con motor de gasolina pueden tener un dispositivo de arranque en frío manual.

Paso 3b. Transmisión automática. Arranque el motor. En los vehículos equipados con transmisión automática, el conductor/operario debe arrancar el motor en punto muerto (N) o posición de aparcamiento (P). El freno de mano del vehículo debe estar puesto. El conductor/operario inicia el proceso encendiendo los interruptores de ignición (véase la figura 4.13), que suelen estar en el salpicadero. Entonces, puede arrancar el vehículo utilizando el contacto o los contactos. Existen varios modelos de contactos para los vehículos contra incendios. Algunos utilizan una llave única, parecida a la de un turismo (véase la figura 4.14). Otros utilizan conmutadores de palanca dobles o simples o pulsadores (véanse las figuras 4.15 a y b). Los contactos dobles se utilizan en los vehículos equipados con dos baterías, ya que cada uno de ellos estará conectado a una batería. Si su procedimiento de actuación normalizado le indica que sólo debe activar una batería, asegúrese de que utiliza el contacto adecuado para encender el vehículo. Si utiliza ambas baterías, active los dos contactos al mismo tiempo. El contacto debe utilizarse en intervalos que no superen los 30 segundos, con un descanso de 60 segundos entre cada intento en caso de que el vehículo no arranque. Si se utiliza el contacto en periodos más largos, puede sobrecalentarse. (**NOTA:** en los motores de gasolina, puede ser necesario utilizar un dispositivo de arranque en frío antes de utilizar el arrancador [véase la figura 4.61]. No utilice este dispositivo de arranque en frío en climas cálidos o cuando el vehículo ya esté caliente.)

Paso 4. Observe los indicadores del vehículo. Asegúrese de que todos los niveles señalados por indicadores



Figura 4.17 La mayoría de vehículos modernos están equipados con indicadores de presión del aire y del aceite en el salpicadero.

del salpicadero están dentro de sus valores normales. Preste especial atención a los indicadores de presión del aceite y de presión del aire (véase la figura 4.17). Si el indicador de presión del aceite no indica una presión adecuada a los 5-10 segundos de haber arrancado el vehículo, pare el motor inmediatamente y haga que un mecánico cualificado revise el sistema del lubricante. El indicador de la presión del aire señala la presión adecuada para quitar el freno de mano. Un dispositivo de bloqueo debe impedir que pueda retirarse el freno de mano antes de la presión del sistema sea la correcta para utilizar los frenos de servicio. Si el sistema no posee la presión suficiente para quitar el freno de mano, deje el motor en marcha y espere a que la presión del aire aumente hasta alcanzar el nivel adecuado. Este proceso es más rápido si se aumenta la aceleración con el motor al ralentí. El conductor/operario también debe revisar el amperímetro para asegurarse de que el sistema eléctrico funciona y se carga de modo adecuado.

Paso 5. Ajuste el asiento, los retrovisores y el volante. Si el conductor/operario no fue la última persona

que condujo el vehículo, debe ajustar el asiento y los retrovisores mientras se calienta el motor. Es mejor ajustar primero el asiento, que puede ajustarse en altura y en distancia con respecto al volante, los pedales y los otros controles. Después de colocar el asiento en el lugar deseado, ajuste los retrovisores de modo que pueda ver claramente hacia la parte posterior del vehículo. Los vehículos más nuevos también pueden tener volantes ajustables o telescópicos que se adecuan a cada conductor/operario.

Después de estos pasos, el vehículo ya está a punto para poner una marcha y desplazarse de su ubicación actual.

Conducción del vehículo

Una vez que el vehículo esté en marcha y el sistema de aire (en caso de que el vehículo disponga de él) tenga la presión suficiente, el conductor/operario está preparado para quitar el freno de mano y poner una marcha (véase la figura 4.18). En los siguientes apartados se comentan los procedimientos para conducir, detenerse, dejar el motor en ralentí y apagar el vehículo.

Conducción de vehículos con transmisión manual

NOTA: la información contenida en este apartado se aplica a los cambios de marcha manuales de 4 ó 5 velocidades con una única velocidad para la marcha atrás. Si desea información sobre la conducción de vehículos con dos velocidades para la marcha atrás o más de cinco marchas (en algunas jurisdicciones suelen ser habituales los cambios de marcha con 10, 12 o más marchas), consulte el manual de funcionamiento para el vehículo o la transmisión del fabricante.

Cuando esté preparado para mover el vehículo, presione el pedal del embrague con el pie izquierdo y el pedal del freno de servicio con el pie derecho y quite el freno de mano (véase la figura 4.19). Ponga una marcha corta para que el vehículo se mueva sin producir un desgaste excesivo del motor. Nunca intente arrancar el vehículo con una marcha larga. Esta acción provoca que el embrague resbale (tanto en las transmisiones manuales como automáticas), lo que puede dañar la guarnición del embrague. Suelte el embrague lentamente si el vehículo está parado, ya que si lo hace repentinamente, dañará el motor, el embrague, la transmisión y los elementos de conducción. Extreme las precauciones para que el vehículo no retroceda antes de presionar el embrague.

Utilice una marcha corta hasta que alcance la



Figura 4.18 Es necesario quitar el freno de mano para poder conducir el vehículo.

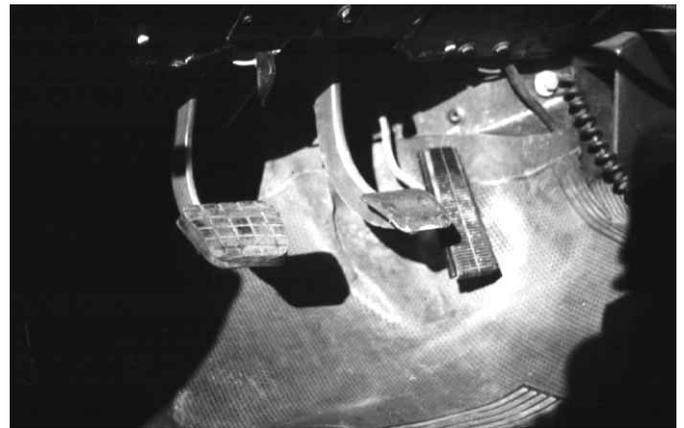


Figura 4.19 El pedal del embrague se controla con el pie izquierdo.



Figura 4.20 Algunas transmisiones automáticas funcionan con una palanca de cambio de marcha.



Figura 4.21 Esta transmisión automática funciona con pulsadores.

velocidad o las revoluciones por minuto (rpm) necesarias para cambiarla. Un motor desarrolla su energía máxima a una velocidad determinada; si sobrepasa esta velocidad, la energía baja y el consumo de combustible aumenta. Se recomienda utilizar una marcha corta hasta que el vehículo abandone el parque y el conductor/operario tenga una visión clara de las condiciones de la calle y del tráfico. Para cambiar de marcha, hay que pisar el embrague hasta el fondo y mover la palanca de cambio suavemente, sin trazarla, hasta la posición deseada.

Si sube por una colina, cambie a una marcha más corta. Esta práctica proporciona la potencia de conducción adecuada y permite al conductor/operario mantener el vehículo bajo control. También debe utilizar una marcha más corta *antes* de entrar en una curva cerrada o doblar una esquina, ya que de este modo logra conservar la potencia máxima del motor y el control del vehículo. Asimismo, para conducir sobre terreno abrupto, es mejor utilizar marchas más cortas. En este caso, si el vehículo queda atrapado en el barro o en la nieve, no acelere ni cambie a una marcha más larga. Eso sólo provocará que el vehículo se hunda aún más e incluso podría causar alguna avería mecánica. Mantenga siempre las ruedas delanteras alineadas con el bastidor del vehículo.

Si conduce cuesta abajo, utilice una marcha más corta. Mantenga siempre una marcha puesta para poder aprovechar la potencia del freno motor. Para no dañar el motor, limite la velocidad cuesta abajo a un número de revoluciones por minuto inferior al que permita la aceleración máxima, ya que el control de aceleración no puede controlar la velocidad cuesta abajo y las ruedas son las que hacen girar al árbol de transmisión y al motor. Si las revoluciones por minuto del motor son superiores a las especificadas, las válvulas golpean a los pistones, el consumo de aceite aumenta, pueden producirse daños que hagan necesaria una revisión y agarrotamientos de la conexión del inyector.

La tabla 4.5 ofrece información para elegir la marcha adecuada tanto si se utiliza una caja de cambio manual como automática. Estas selecciones de uso están basadas en las condiciones que aparecen en la lista.

Conducción de vehículos con transmisión automática

Los vehículos equipados con transmisión automática ahorran trabajo al conductor/operario en la toma de decisiones relacionada con los cambios de marcha. Una vez preparado el vehículo para moverse, el conductor/operario debe desbloquear la palanca de marchas y poner la marcha adecuada (véase la figura 4.20), que puede variar en función del fabricante del

Tabla 4.5
Crterios para seleccionar una marcha

Transmisión automática	Transmisión automática	Condiciones de utilización
Posición de selector de marcha	Posición de selector de marcha	
Posición de conducción (D), 5 ó 1-5	Posición de conducción (D), 5 ó 1-5	Carga, pendiente y condiciones del tráfico normales en una carretera abierta
4 ó 1-4	4 ó 1-4	Pendiente moderada y circulación en carretera a velocidad moderada
3 ó 1-3	3 ó 1-3	Se utiliza en condiciones de tráfico congestionado
2 ó 1-2	2 ó 1-2	Necesidad de controlar la velocidad en condiciones que pueden requerir una velocidad reducida, como descender una pendiente o circular por un terreno abrupto
1	1	Marcha inicial para moverse hacia delante

vehículo o de la transmisión. Algunas cajas de cambio disponen de una marcha denominada *marcha de conducción* (D) parecida a la que utilizan los turismos. Existen otros vehículos que, en lugar de esta letra, disponen de marchas numeradas, sólo con números solos (1, 2, 3, etc.) o con intervalos de números (1-3, 1-4, 1-5, etc.). Los selectores de transmisión de los vehículos más nuevos pueden ser pulsadores en lugar de una palanca (véase la figura 4.21). En ese caso, se elige la marcha adecuada simplemente pulsando un botón. Consulte el manual de funcionamiento del fabricante para saber qué marcha seleccionar para la conducción normal.

El conductor/operario del vehículo equipado con transmisión automática debe ser consciente de que la presión sobre el acelerador influye en el cambio automático. Si se aprieta el pedal hasta el fondo, la transmisión cambia automáticamente a la marcha superior que controla mejor el motor a esa velocidad. Esto puede comportar una reducción de potencia y una consumición excesiva de combustible. Si se presiona parcialmente el acelerador, se produce un cambio de marcha hacia una velocidad inferior del motor.

En los vehículos equipados con transmisión automática, el conductor/operario puede seleccionar manualmente una marcha determinada. Esto puede ser recomendable si se conduce el vehículo a velocidad

lenta durante un periodo prolongado de tiempo o si se circula cuesta por una pendiente pronunciada. En tal caso, hay que mover la palanca y situarla en una marcha más corta. No debe intentarse realizar una reducción de velocidad saltándose ninguna marcha intermedia. Si desea obtener información sobre cuáles son las marchas apropiadas que deben seleccionarse en diferentes condiciones, consulte la tabla 4.5.

Circulación del vehículo

Una vez que el vehículo ya está en movimiento, acelérelo gradualmente. No circule a la velocidad máxima indicada utilizando marchas cortas. Si lo hace, el ruido y el desgaste del motor aumentan. Utilice la marcha más larga que le permita seguir el curso del tráfico y conservar cierta potencia por si debe acelerar más en un momento dado.

Si los operarios de vehículos contraincendios adoptan los hábitos de conducción adecuados, pueden reducir de modo significativo los daños al sistema de transmisión y alargar la vida del vehículo. Durante la conducción del vehículo contraincendios, hay que intentar controlar siempre las revoluciones por minuto del motor mediante una aceleración adecuada. Si el motor funciona de acuerdo con su curva de potencia dadas unas condiciones determinadas, la potencia será la adecuada y el ahorro de combustible será óptimo.

Siempre que sea posible, evite una estrangulación excesiva, ya que se produciría un tirón. Se produce un *tirón* cuando la marcha seleccionada es superior a la necesaria por una serie de condiciones. En estos casos, el motor no puede responder a la cantidad de trabajo que el operario pide. Si se produce un tirón, no deje que las revoluciones por minuto del motor caigan por debajo de la velocidad máxima exigida por el par motor. Los cambios de marcha automáticos reducen la marcha automáticamente para evitar los tirones. En el caso de las transmisiones manuales, es necesario reducir la marcha para evitar que el vehículo se cale y se produzcan tirones. Si el vehículo está equipado con un tacómetro, es más sencillo controlar los momentos en los que hay que realizar un cambio de marcha.

Si se sube por una pendiente pronunciada, suelen producirse tirones momentáneos inevitables. Aunque estos tirones breves son inevitables, debe reducirse su duración para evitar los posibles daños al grupo motopropulsor. Se producen reducciones de las revoluciones por minuto del motor incluso en patrones de aceleración fuertes. Deben reducirse las marchas progresivamente hasta que la selección de potencia disponible y la multiplicación del par motor de las marchas permitan subir la pendiente con facilidad.



Figura 4.22 El conductor/operario debe extremar las precauciones al frenar vehículos contraincendios pesados. *Gentileza de Joel Woods.*

Si se produce una estrangulación excesiva en un motor diesel, se inyecta más combustible del que puede quemarse. Esto produce una cantidad excesiva de partículas de carbono que salen por el tubo de escape (humo negro), se diluye el aceite y se consume más combustible.

Otro punto que hay que tener en cuenta son las revoluciones por minuto máximas de un motor. Los vehículos del cuerpo de bomberos se utilizan durante más tiempo que los vehículos comerciales. Durante este periodo de tiempo, los resortes de la válvula pueden debilitarse. Por este motivo y con el fin de alargar la vida del vehículo, debe evitarse revolucionar el motor en exceso por realizar una reducción de marcha inadecuada o por descender por una pendiente. Debe elegirse una marcha que sitúe las revoluciones del motor entre 200 y 300 rpm por debajo de la cifra recomendada. Esto reduce el desgaste del motor; las pérdidas de potencia causadas por el ventilador, la línea motriz y los accesorios; el ruido y el consumo de combustible.

Cómo detener el vehículo

El proceso de frenado de un vehículo contraincendios hasta detenerlo debe realizarse suavemente, de modo que el vehículo se detenga progresivamente. Antes de frenar, el conductor/operario debe tener en cuenta el peso del vehículo y las condiciones de los frenos, de los neumáticos y de la superficie de la carretera (véase la figura 4.22). Una detención repentina puede provocar derrapes, heridas a los bomberos y averías mecánicas. Algunos vehículos utilizan el freno motor u otros tipos de dispositivos de desaceleración para ayudar a frenar. Éstos se activan cuando se suelta el pedal del acelerador. Dado que ralentizan la marcha del vehículo, permiten que el conductor/operario utilice los frenos



Figura 4.23 Hay que apagar el motor de los vehículos asignados a una área de preparación durante un período de tiempo prolongado en vez de dejarlos en punto muerto.

de servicio para realizar solamente paradas de emergencia o paradas finales. Ambos dispositivos ahorran el desgaste de los frenos de servicio y hacen que sea más fácil controlar el vehículo en pendientes y carreteras con pavimento deslizante. Antes de utilizar las unidades con dispositivos de desaceleración, el conductor/operario debe conocer bien las recomendaciones del fabricante con respecto a su funcionamiento.

Algunos frenos neumáticos poseen sistemas limitadores para las diversas condiciones de la carretera. El embrague no debe presionarse mientras se frena hasta alcanzados los últimos metros (pies) del trayecto de frenado. Esta práctica es especialmente importante en superficies resbaladizas, ya que un motor embragado permite controlar mejor el vehículo. Más adelante en este capítulo, se ofrece más información sobre las técnicas de frenado adecuadas.

Motor al ralentí

Si el vehículo va a permanecer quieto durante mucho tiempo, es mejor apagar el motor en lugar de dejarlo al ralentí. Esta norma se aplica a los vehículos que se encuentran en el lugar de la emergencia y que no se utilizan (véase la figura 4.23). Si se deja el motor al ralentí durante mucho tiempo, pueden consumirse 2 L (0,5 galón) de combustible por hora. Además, pueden aumentarse los niveles de carbono en los inyectores, en las válvulas, en los pistones y en los asientos de la válvula; pueden producirse averías en el encendido del motor a causa de la presencia de formaciones carbonosas en el inyector; y pueden dañarse los obturadores de eje del turboalimentador. Si **debe** dejarse el motor al ralentí durante un largo periodo de tiempo, por causa de las condiciones del tiempo extremadamente frías o durante las actuaciones de alumbrado, es mejor situar el ralentí a 900-1.100 rpm en lugar de utilizar velocidades inferiores.

La mayoría de cuerpos de bomberos disponen de procedimientos de actuación normalizados para los casos en que el vehículo debe permanecer al ralentí durante mucho tiempo. El conductor/operario debe conocer esos PAN y seguirlos.

Cómo apagar el motor

No intente nunca apagar el motor mientras el vehículo está en movimiento, ya que esta acción corta el flujo de combustible procedente de los inyectores. Siempre que el pistón del del inyector se encuentra en movimiento, es necesario disponer de flujo de combustible a través de los inyectores por motivos de lubricación. La presión del combustible puede aumentar detrás de la válvula de cierre e impedir que se abra.

No debe apagarse nunca el motor inmediatamente después de estar funcionado al máximo rendimiento. Si se apaga el motor antes de dejar pasar un periodo de enfriamiento, la temperatura del motor aumenta inmediatamente a consecuencia de la falta de circulación del fluido refrigerante. Entonces, se forma una capa de aceite “ardiendo” sobre las superficies calientes, y es posible que se dañen los cuadros de válvulas de los cilindros y de los tubos de escape, y que se estropee el turboalimentador, lo que provocaría una avería de la turbina de gas. Hay que dejar que la temperatura del motor se estabilice antes de apagarlo. Si el motor está caliente, debe dejarse al ralentí hasta que se enfríe. Por regla general, el periodo recomendado suele ser de 3 a 5 minutos.

Los procedimientos para apagar el vehículo son los siguientes:

- Paso 1. Coloque la transmisión en posición de estacionamiento (P) o en punto muerto (N) cuando haya aparcado el vehículo en el lugar de detención deseado o cerca de él.
- Paso 2. Ponga el freno de mano.
- Paso 3. Deje el motor al ralentí para que se enfríe durante 3-5 minutos. Si va a aparcar en un parque de bomberos que no está equipado con un sistema de extracción de gases de escape, el proceso de enfriamiento debe llevarse a cabo en la rampa frontal. Entonces el vehículo puede hacer marcha atrás hasta entrar en el parque.
- Paso 4. Apague el motor moviendo la llave de ignición o los interruptores hasta la posición *off*.
- Paso 5. Ponga el interruptor de la batería en posición *off*.
- Paso 6. Vuelva a conectar todos los sistemas de unión a tierra (de electricidad, de aire, de escape) cuando aparque en el parque de bomberos.

Técnicas de conducción segura

El trabajo del conductor/operario consiste en mantener el vehículo bajo control en todo momento. En los siguientes apartados, revisaremos algunos de los puntos más importantes para conducir un vehículo contraincendios con seguridad durante actuaciones de emergencia y de no emergencia.

Actitud

El primer aspecto al aprender a conducir con seguridad es ser consciente de los problemas que la seguridad comporta. Es muy importante que el conductor/operario permanezca en calma y conduzca de un modo seguro. La conducción temeraria, incluso cuando se responde a una emergencia, es inaceptable. El conductor/operario que conduce de un modo agresivo sin tener en cuenta las precauciones de seguridad es una amenaza para los otros vehículos, los peatones y los demás bomberos que viajen en el vehículo.

El conductor/operario debe darse cuenta de que no pueden *exigir* el derecho de paso, aunque es posible que legalmente lo tenga. Es posible que los otros vehículos hagan caso omiso del vehículo contraincendios que se les aproxima, que no le cedan el paso o que circulen de modo errático a consecuencia del pánico. El conductor/operario debe estar siempre preparado para ceder el paso por motivos de seguridad. Un modo de contemplar todas estas situaciones es conducir igual que si se tratara de una situación de no emergencia y aprovechar el espacio libre que los demás vehículos van dejando en la carretera para que pase el vehículo de emergencia.

Además de los aspectos de seguridad relacionados con la actitud adecuada, el conductor/operario debe pensar en la imagen del cuerpo de bomberos. Todos los miembros del cuerpo de bomberos deben esforzarse para ofrecer una imagen positiva de este organismo en todo momento. Las maniobras temerarias del vehículo, los gestos maleducados y los insultos verbales hacia ciudadanos no ayudan a mantener la imagen positiva deseada. No deben realizarse otras acciones tales como hacer sonar a todo volumen sirenas y bocinas de aire a las 3 de la madrugada en carreteras desiertas y despertar a los ciudadanos (a menos que la ley o los PAN del cuerpo lo exijan), ya que dan una mala imagen al cuerpo. Debe recordar que son los ciudadanos quienes votan para decidir en qué se invierte el dinero y en los referéndums sobre impuestos y, en el caso de los cuerpos voluntarios, son las mismas personas que donan el dinero al cuerpo. Estarán menos dispuestos a

financiar el cuerpo de bomberos si tienen una impresión negativa del organismo.

Seguridad a la hora de montar en el vehículo

El conductor/operario debe garantizar siempre la seguridad de todo el personal que vaya en el vehículo. Se recomienda que los bomberos que van a ir en el vehículo se pongan el equipo protector antes de subir (véase la figura 4.24). La única persona a quien no se le exige esta norma es el mismo conductor/operario, ya que algunos no se sienten cómodos conduciendo con las botas contraincendios o con las aparatosas chaquetas protectoras. En este caso, el conductor/operario debe ponerse su ropa protectora en el lugar de la emergencia.

Todas las personas que viajen en el vehículo deben estar sentadas en la cabina o en el interior de la carrocería, en el caso del vehículo de rescate, y con los cinturones de seguridad abrochados antes de que el vehículo se ponga en movimiento (véase la figura 4.25). En la actualidad, la NFPA 1901, *Standard for Automotive Fire Apparatus* (Norma para los vehículos motorizados contraincendios), exige que haya un asiento y un cinturón de seguridad para cada bombero que vaya a montar en el vehículo ya sea en la cabina o en la carrocería. Asimismo, la NFPA 1500, *Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program* (Norma de seguridad ocupacional y programa sanitario de los cuerpos de bomberos), especifica que todos los



Figura 4.24 Los bomberos deben ponerse la ropa protectora antes de subir al vehículo.



Figure 4.25 Todas las personas en el vehículo deben estar sentadas en la cabina o, en el caso del vehículo de rescate, en otras partes del vehículo y llevar puestos los cinturones de seguridad antes de que el vehículo se ponga en movimiento.



Figura 4.26 Un bombero, equipado con un walkie talkie, debe controlar en todo momento la actuación para cargar la manguera.



Figura 4.27 El vehículo circula hacia delante, al lado de la manguera o pasando sobre ella de modo que quede entre las ruedas derecha e izquierda.



Figura 4.28 Los bomberos deben permanecer sentados o arrodillados en el área de la cama de la manguera.

ocupantes deben permanecer sentados y con los cinturones abrochados, a no ser que se den las situaciones descritas a continuación:

- Se está prestando atención médica en la parte trasera de una ambulancia, de modo que no resulta práctico estar sentado y con el cinturón abrochado

- Se está volviendo a cargar la manguera en el vehículo contraincendios
- Se están realizando entrenamientos para el personal que aprende a conducir el remolque de los vehículos tractores con remolque y con escala elevadiza

El objetivo de este manual no es ofrecer pautas para la atención sanitaria de urgencia, ni sobre el funcionamiento de los dispositivos elevadizos de un vehículo. Sin embargo, puede que el conductor/operario de vehículos equipados con bombas contraincendios se vea en la situación de tener que volver a cargar las mangueras contraincendios en el vehículo. Suele ser habitual cargar una manguera de abastecimiento de gran diámetro (100 mm [4 pulgadas] o más) en un vehículo al tiempo que se conduce. La NFPA 1500 da las siguientes indicaciones específicas para realizar estas actuaciones con la máxima seguridad:

- El procedimiento debe incluirse en los PAN escritos del cuerpo, y todos los miembros deben estar entrenados específicamente para realizar la actuación de carga de la manguera en movimiento.
- Al menos un bombero, diferente del que esté cargando la manguera, debe vigilar que la actuación se realiza con seguridad. Debe poder ver toda la actuación de carga de la manguera, así como estar atento a todas las comunicaciones visuales y vocales con el conductor (normalmente a través de un walkie talkie) (véase la figura 4.26).
- El área donde se realiza la carga de la manguera debe cerrarse al tráfico de otros vehículos.
- El vehículo debe dirigirse en línea recta (a un lado de la manguera o pasando sobre ella de modo que la manguera quede entre las ruedas derechas e izquierdas del vehículo) a una velocidad no superior a 8 km/h (5 mph) (véase la figura 4.27).
- No se permite a nadie estar de pie en ninguna parte del vehículo.
- Los bomberos que estén en la cama de la manguera deben permanecer sentados o arrodillados mientras se mueve el vehículo (véase la figura 4.28).

Aunque en el pasado solía hacerse, los bomberos no deben montarse *nunca* en el tablero posterior o en los estribos de un vehículo en movimiento. Esto está específicamente prohibido por la NFPA 1500, así como la práctica de atacar incendios forestales mientras se va montado en el exterior de un vehículo contra incendios forestales (véase la figura 4.29). A pesar de ello, muchos cuerpos de bomberos todavía montan plataformas en la parte delantera, en los laterales y en la parte trasera de



Figura 4.29 Los bomberos no deben ir montados en el exterior del vehículo contra incendios forestales cuando está en movimiento.

los vehículos contra incendios forestales. Éstas se utilizan durante las actuaciones de lucha contra incendios en las que se realiza un bombeo en movimiento. Estas posiciones ofrecen poca protección en caso de que el vehículo choque o vuelque.

ADVERTENCIA

Los bomberos no deben ir nunca montados en el exterior de un vehículo contra incendios en movimiento por ningún motivo, con la excepción de los casos mencionados en la NFPA 1500. Si el vehículo choca, vuelca o si un ocupante cae del vehículo, pueden producirse lesiones graves e incluso muertes.

Aunque todos los vehículos nuevos están diseñados con cabinas totalmente cerradas, aún quedan en servicio muchos vehículos antiguos con asientos de salto que no están totalmente cerrados. Algunos están equipados con barras o puertas de seguridad para que los bomberos no se caigan del asiento (véanse las figuras 4.30 a y b). Estos dispositivos no pueden reemplazar los procedimientos de seguridad que exigen a los bomberos que monten en un lugar seguro y cerrado del vehículo con los cinturones de seguridad abrochados. Los dispositivos de seguridad formados por tiras o cuerdas a los que se sujetan los bomberos que van de pie o en un lugar abierto del vehículo no proporcionan una seguridad extra al bombero que va en el asiento de salto.

Figura 4.30a Las barras de seguridad de los asientos de salto proporcionan una protección mínima al ocupante de ese asiento



Figura 4.30b Las puertas de seguridad proporcionan una mayor protección que las barras.

Maniobra de marcha atrás

Tal y como se ha especificado anteriormente en este capítulo, un gran número de las colisiones que sufren los vehículos contra incendios se producen mientras se efectúa la maniobra de marcha atrás. Todos los cuerpos de bomberos deben poseer procedimientos específicos para dar marcha atrás con un vehículo y el conductor/operario siempre debe respetar estos procedimientos.

Siempre que sea posible, el conductor/operario debe evitar dar marcha atrás con el vehículo. A menudo, resulta más seguro y más rápido dar la vuelta a la manzana y empezar de nuevo. Se recomienda que los



Figura 4.31 Las puertas de entrada a garajes con la anchura suficiente eliminan la necesidad de tener que dar marcha atrás hasta el aparcamiento.

parques de bomberos nuevos tengan naves lo suficientemente amplias para que el vehículo pueda pasar por ellas sin que deba maniobrar marcha atrás (véase la figura 4.31). Sin embargo, existen situaciones en las que es necesario dar marcha atrás con el vehículo contraincendios. Cuando esta maniobra sea necesaria, deberá realizarse con mucho cuidado. Al dar marcha atrás, debe haber como mínimo un bombero, preferiblemente dos, con un walkie talkie para despejar el camino y advertir al conductor/operario sobre cualquier obstáculo que quede en un ángulo muerto (véase la figura 4.32). Si hay dos bomberos escolta observando la maniobra, sólo uno de ellos debe comunicarse con el conductor/operario. El segundo bombero debe ayudar al primero. Se trata de un procedimiento muy sencillo que puede evitar un porcentaje elevado de colisiones durante las maniobras de marcha atrás. Es muy simple, si el conductor/operario es usted y no puede ver a los bomberos escolta que se encuentran detrás suyo, **no dé marcha atrás con el vehículo**. Todo vehículo contraincendios debe estar equipado con un sistema de alarma que advierta a los demás cuando da marcha atrás.

Técnicas de conducción defensiva

La habilidad para conducir de un modo defensivo es uno de los aspectos más importantes de la conducción segura. Todo conductor/operario debe conocer los conceptos básicos de la conducción defensiva. Éstos consisten en anticiparse a las acciones de otros conductores, calcular la distancia necesaria para realizar cualquier maniobra, conocer los tiempos de reacción y de frenado, saber cómo actuar en caso de derrape, conocer las maniobras evasivas y tener conocimientos sobre la transferencia de peso.

El conductor operario debe conocer las normas que deben respetar los conductores normales cuando se encuentran con vehículos de emergencia en la



Figura 4.32 Siempre que sea posible, dos bomberos deben ayudar al conductor/operario al realizar la maniobra de marcha atrás con el vehículo.



Figura 4.33 Las intersecciones son los lugares con más posibilidades de colisión para un vehículo de emergencia. *Gentileza de Ron Jeffers.*

carretera. La mayoría de leyes u ordenanzas especifican que los demás vehículos deben retirarse a la derecha y detenerse hasta que el vehículo de emergencia haya pasado. A pesar de ello, estas leyes no implican que el conductor/operario del vehículo pueda ignorar a los vehículos detenidos. Es posible que algunas personas se asusten ante el sonido de una sirena que se aproxima y entren accidentalmente en el carril de tráfico o se paren de repente. Puede que otros no oigan las señales de advertencia, por el ruido de la radio, porque llevan las ventanillas cerradas o por el ruido del aire acondicionado. Asimismo, debe tenerse en cuenta que algunas personas sencillamente ignoran las señales de emergencia.

Las intersecciones son los lugares donde un vehículo de emergencia tiene más posibilidades para sufrir una colisión (véase la figura 4.33). Al aproximarse a una intersección, el conductor/operario debe reducir la marcha hasta alcanzar una velocidad que permita al vehículo detenerse en la intersección si es necesario. Incluso si el semáforo está en verde o no hay ninguna

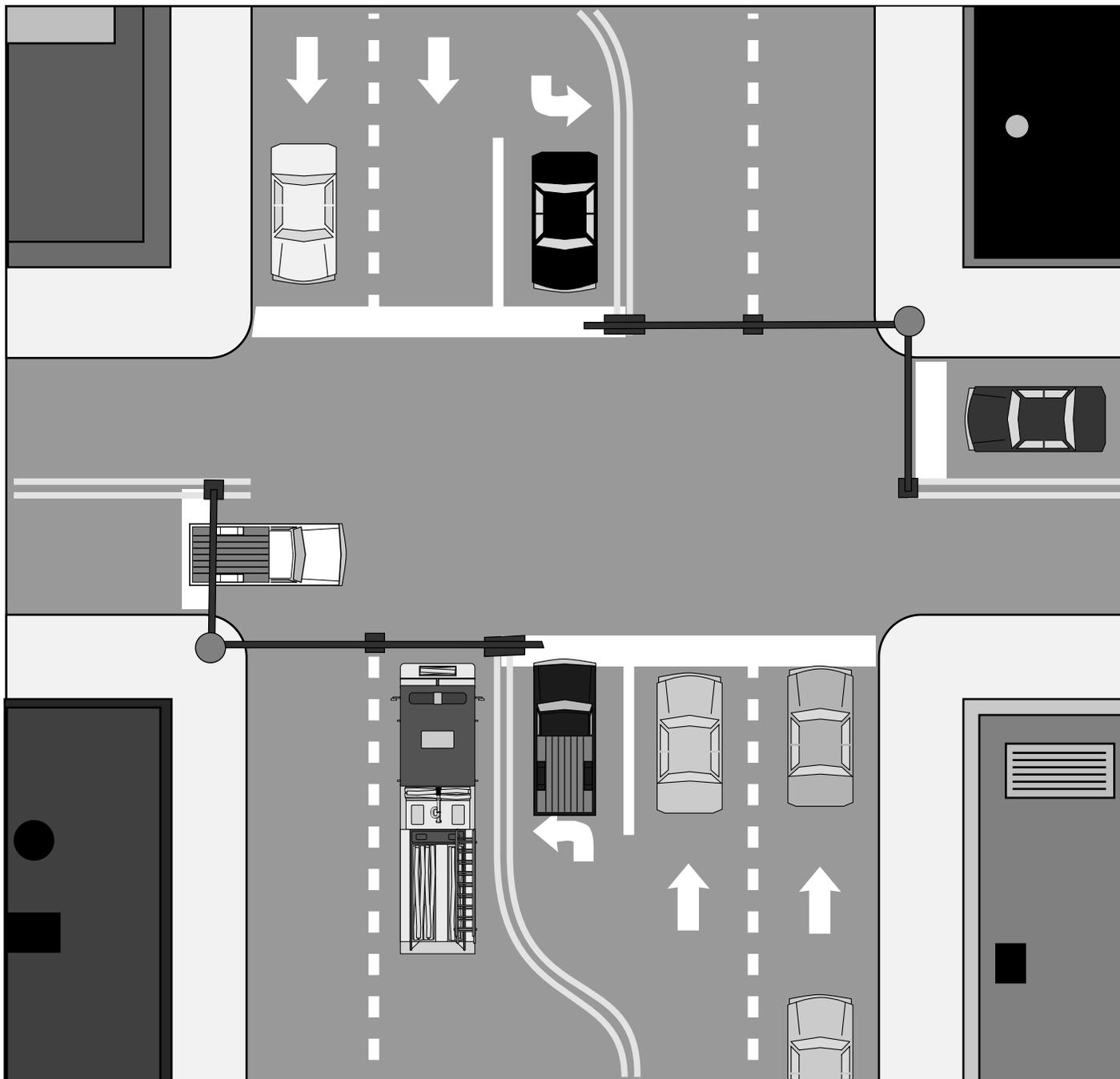


Figura 4.34 Extreme las precauciones al incorporarse a un carril de tráfico opuesto en una intersección.

señal en absoluto, hay que poder pararse por si hay alguna obstrucción, como edificios o camiones, que bloqueen la visión de la intersección que tiene el conductor/operario.

Según los estatutos y los PAN referentes a los vehículos motorizados de cada jurisdicción, los vehículos contraincendios que respondan a una emergencia pueden avanzar con el semáforo en rojo o una señal de *stop* después de detenerse *totalmente* y asegurándose de que todos los vehículos en los carriles de tráfico se han percatado de la presencia de un

vehículo de emergencia y le ceden el paso. La definición de lo que se considera una respuesta de emergencia se ofrece más adelante en este capítulo (Dispositivos de advertencia y de despeje del tráfico). No entre en la intersección hasta que esté seguro que todos los otros conductores le ven y le ceden el paso. No es aceptable aproximarse lentamente a la intersección y atravesarla en vez de detenerse completamente. Cuando avance a través de la intersección, intente tener contacto visual con cada uno de los otros conductores para garantizar que saben que está allí y que va a avanzar.

Tabla 4.6a (Sistema anglosajón)
Distancias de frenado y de detención (pavimento nivelado y seco)

Velocidad (mph)	Distancia media de reacción del conductor (pies)	Distancia de frenado (pies)				Distancia total de detención (pies)			
		Vehículo A	Vehículo B	Vehículo C	Vehículo D	Vehículo A	Vehículo B	Vehículo C	Vehículo D
10	11		7	10	13		18	21	24
15	17		17	22	29		34	39	46
20	22	22	30	40	50	44	52	62	72
25	28	31	46	64	80	59	74	92	108
30	33	45	67	92	115	78	100	125	148
35	39	58	92	125	160	97	131	164	199
40	44	80	125	165	205	124	169	209	249
45	50	103	165	210	260	153	215	260	310
50	55	131	225	255	320	186	280	310	375
55	61	165	275	310	390	226	336	371	451
60	66	202	350	370	465	268	426	436	531

Actuación típica de los frenos

- A: automóvil normal
- B: camiones de dos ejes ligeros
- C: camiones de dos ejes pesados
- D: camiones y remolques de tres ejes

Puede que los vehículos a la espera de realizar un giro hacia la izquierda, se retiren a la derecha o a la izquierda, según el conductor. En las situaciones donde todos los carriles de tráfico en la misma dirección que la del vehículo de respuesta están bloqueados, el conductor/operario del vehículo debe pasarse al carril de tráfico opuesto y avanzar por la intersección a una velocidad extremadamente reducida (véase la figura 4.34). El tráfico que se acerque debe ser capaz de ver el vehículo mientras se aproxima. La utilización de todos los dispositivos de advertencia es esencial. Conducir por el carril del tráfico en el sentido opuesto **no es recomendable** en situaciones en las que el tráfico que se aproxima no puede ver el vehículo, como en pasos inferiores en los que la circulación es continua. Esté alerta al tráfico que puede entrar desde las carreteras y las vías de acceso. Es preciso controlar de cerca el tráfico que se aproxima en la cima de una colina o que avanza lentamente y los otros vehículos de emergencia.

Aunque el uso de sirenas, luces y señales de advertencia es esencial, el conductor/operario de vehículos contraincendios debe tener en cuenta que puede que éstos no se oigan a causa de otros dispositivos de advertencia y del ruido de la calle. Como consecuencia de una confianza excesiva en las señales de advertencia, se han producido colisiones graves y muertes.

Anticipación de las acciones de los otros conductores

No trate nunca de suponer cual será la siguiente acción de un conductor; espere siempre lo inesperado. La anticipación es clave para una conducción segura. Recuerde siempre los siguientes factores de control:

- **Conduzca mirando bien lejos al frente:** encuentre un camino seguro hacia delante.
- **Controle visualmente toda la situación:** quédese atrás y véalo todo.
- **Mueva su punto de visión:** obsérvelo todo y no se concentre en ningún punto en concreto.
- **Deje una “salida” para usted:** no espere que los otros conductores le den una salida. Prepárese para esperar lo inesperado.
- **Asegúrese de que los otros pueden verle y oírle:** utilice las luces, las bocinas y ambas señales en combinación.

Distancia para realizar las maniobras

Este concepto hace referencia a que el conductor/operario se asegure de que tiene el espacio delantero adecuado, según la velocidad a la que circula, para realizar una determinada acción en caso de que sea necesaria; por ejemplo, si el operario está concentrado en los vehículos que se encuentran 30 m (100 pies) por delante del vehículo y si, de acuerdo con

Tabla 4.6b (Sistema métrico)
Distancias de frenado y de detención (pavimento nivelado y seco)

Velocidad (km/h)	Distancia media de reacción del conductor (metros)	Distancia de frenado (metros)				Distancia total de detención (metros)			
		Vehículo A	Vehículo B	Vehículo C	Vehículo D	Vehículo A	Vehículo B	Vehículo C	Vehículo D
16	3,4		2,1	3	4		5,5	6,4	7,3
24	5,2		5,2	6,7	8,8		10,4	11,9	14
32	6,7	6,7	9,1	12,2	15,2	13,4	15,8	18,9	21,9
40	8,5	9,4	14	19,5	24,4	18	22,6	28	32,9
48	10,1	13,7	20,4	28	35,1	23,8	30,5	38,1	45,1
56	11,9	17,7	28	38,1	48,8	29,6	39,9	50	60,7
64	13,4	24,4	38,1	50,3	62,5	37,8	51,5	63,7	75,9
72	15,2	31,4	50,3	64	79,2	46,6	65,5	79,2	94,5
80	16,8	39,9	68,6	77,7	97,5	56,7	85,3	94,5	114,3
88	18,6	50,3	83,8	94,5	118,9	68,9	102,4	113,1	137,5
96	20,1	61,6	106,7	112,8	141,7	81,7	129,8	133	161,8

Actuación típica de los frenos

- A: automóvil normal
- B: camiones de dos ejes ligeros
- C: camiones de dos ejes pesados
- D: camiones y remolques de tres ejes

la velocidad del vehículo, serían necesarios 60 m (200 pies) para detenerlo o realizar una maniobra evasiva, es probable que se produzca una colisión. El conductor necesita aprender a adecuar la velocidad a la distancia de seguridad con respecto al vehículo que le precede. La distancia para realizar las maniobras influye directamente en el tiempo de reacción y las distancias de detención. Si “conduce mirando bien lejos al frente” y “controla visualmente toda la situación”, es posible conocer mejor las condiciones que pueden obligarle a reducir la velocidad o a pararse.

Tiempo de frenado y de reacción

Un conductor/operario debe conocer la distancia total de detención necesaria para un vehículo conrainscendios determinado. La *distancia total de*

detención es la suma de la distancia de reacción del conductor/operario más la distancia de frenado del vehículo (véase la figura 4.35). La *distancia de reacción* del conductor/operario es la distancia que recorre un vehículo mientras un conductor pasa el pie del pedal del acelerador al del freno después de percibir la necesidad de detenerse. La *distancia de frenado* es la distancia que recorre un vehículo desde que se accionan los frenos hasta que se detiene completamente. Las tablas 4.6 a y b muestran las distancias de reacción del conductor, las distancias de frenado del vehículo y las distancias totales de detención para vehículos de diversos tamaños. Estas tablas indican los valores aproximados para los vehículos, pero es probable que las estadísticas varíen según el tipo de vehículo conrainscendios. Todos los

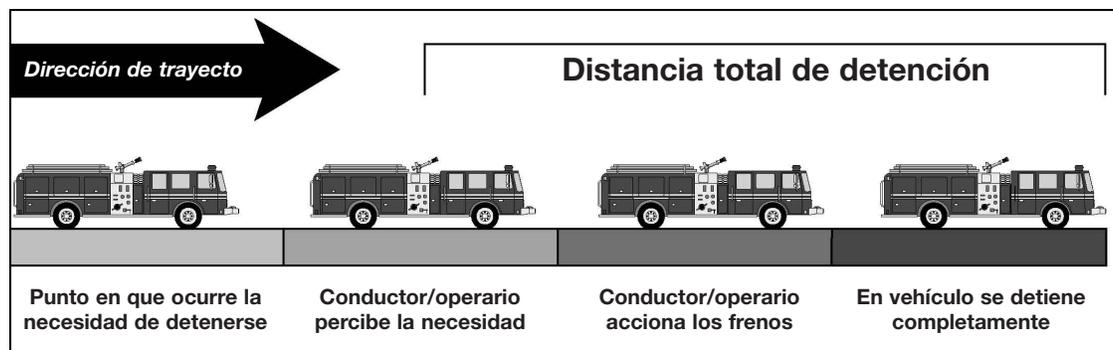


Figura 4.35 La *distancia total de detención* es la distancia que un vehículo recorre desde el momento en que el conductor/operario observa la necesidad de detenerse hasta que el vehículo está realmente parado.

cuerpos de bomberos deben realizar pruebas de distancia de frenado con su propio vehículo. Asimismo, los fabricantes de vehículos pueden proporcionarles esa información para sus vehículos específicos.

Existen una serie de factores que influyen en la capacidad del conductor/operario para detener el vehículo:

- Estado de la superficie de conducción
- Velocidad a la que circulan
- Peso del vehículo
- Tipo y estado del sistema de frenado del vehículo

Una carretera pavimentada seca es una superficie de conducción con la capacidad de detención óptima. La capacidad del vehículo para detenerse se ve negativamente afectada por las carreteras no pavimentadas, mojadas, con nieve o hielo. El conductor/operario debe compensar estas condiciones reduciendo la velocidad para adecuarse al estado de la carretera.

La correlación entre el peso del vehículo y las distancias de velocidad y de detención es evidente para cualquiera. A igual velocidad, será necesaria una distancia superior para detener un camión cisterna de tres ejes de la necesaria para un autobomba forestal (véanse las figuras 4.36 a y b). Asimismo, se necesitará una mayor distancia para detener el vehículo a una velocidad de 80 km/h (50 mph) que la necesaria para el mismo vehículo a 48 km/h (30 mph).

El tipo y estado del sistema de frenado tiene un impacto importante sobre la capacidad para detener el vehículo contraincendios. Muchos accidentes graves de vehículos contraincendios son consecuencia de un mantenimiento deficiente de los frenos. Resulta obvio que un vehículo con unos frenos en buen estado se detendrá más pronto que otro en mal estado.

Transferencia de peso

Es necesario tener en cuenta los efectos de la transferencia de peso si se pretende conducir un vehículo contraincendios de modo seguro. La transferencia de peso es consecuencia de las leyes físicas que afirman que los objetos en movimiento tienden a permanecer en movimiento y los objetos quietos tienden a permanecer quietos. Cuando un vehículo cambia de velocidad o dirección, la transferencia de peso se produce en función de la gravedad del cambio. El conductor/operario del vehículo debe ser consciente de que el peso excesivo que transportan la mayoría de los vehículos contraincendios puede provocar que derrapen o vuelquen debido a la transferencia de peso excesiva.



Figuras 4.36a y b Por supuesto, será necesaria una distancia superior para detener este camión cisterna grande que la necesaria para un autobomba forestal con la misma velocidad y en una carretera en el mismo estado.

Esas condiciones peligrosas pueden aparecer al efectuar giros a velocidad excesiva, o al conducir bruscamente o en pendientes demasiado pronunciadas para las características de un vehículo en particular. Dichas condiciones pueden tener consecuencias graves en el caso de los vehículos con cisternas de agua grandes que no tienen una distribución de tabiques apropiada y que están parcialmente llenas de líquido (agua o concentrado de espuma).

Realice los movimientos justos para que la transferencia de peso sea mínima. El movimiento debe ser lento y continuo. Asimismo, mantenga una velocidad lo suficientemente lenta para que no se produzcan transferencias de peso graves, sobre todo en las curvas.

Cómo evitar derrapes

Evitar las condiciones que provocan el derrape es tan importante como saber corregir los derrapes cuando suceden. Las causas más habituales de derrape son los errores del conductor:

- Conducción demasiado rápida para el estado de la carretera

- Mala apreciación del movimiento del peso en un vehículo pesado
- Error en la previsión de obstáculos (desde otros vehículos hasta animales)
- Uso inadecuado de los frenos auxiliares
- Mantenimiento inadecuado de la presión de los neumáticos y de la profundidad del dibujo del neumático

Los neumáticos con una presión excesiva o con un dibujo de neumático con la profundidad insuficiente hacen que el vehículo derrape con mayor facilidad.

La mayoría de los vehículos contraincendios más nuevos está equipados con un sistema de frenado antibloqueo (ABS) en las cuatro ruedas, cuya potencia de frenado depende de la presión del aire. Estos sistemas son eficaces, ya que reducen la posibilidad de que el vehículo derrape si los frenos se accionan bruscamente. El sistema ABS funciona utilizando tecnología digital con un ordenador de a bordo que controla todas las ruedas y la presión del aire en los frenos, por lo que mantiene una óptima capacidad de frenado. Un dispositivo sensor ubicado en el eje controla la velocidad de todas las ruedas. La velocidad de cada una de ellas se convierte en una señal digital que se envía al ordenador de a bordo. Cuando el conductor/operario empieza a frenar y la rueda se bloquea, el dispositivo sensor envía una señal al ordenador para indicarle que la rueda no gira. El ordenador analiza esta señal en comparación con las de las otras ruedas para determinar si esa rueda en concreto aún debería estar girando. Si es así, se envía una señal a la válvula de control del aire de esa rueda, lo que reduce la presión de los frenos y permite que la rueda gire. Cuando la rueda vuelve a girar, el freno se activa de nuevo. El ordenador toma esas decisiones varias veces por segundo, hasta que el vehículo se detiene por completo. Por tanto, siempre que conduzca un vehículo equipado con ABS, debe mantener una presión constante sobre el pedal del freno (en vez de presionar el pedal hasta el fondo y soltarlo continuamente) hasta que el vehículo se pare por completo.

Tenga presente que en el caso de los frenos neumáticos, existe un ligero retraso entre el tiempo que pasa desde que el conductor/operario aprieta el pedal de freno hasta que se envía la presión neumática suficiente al freno para que funcione. Es necesario considerar este espacio de tiempo al determinar la distancia total de detención.

Si su vehículo que **no** está equipado con un sistema de frenado antibloqueo y derrapa, suelte el freno y deje que las ruedas giren libremente. Luego, gire el volante del vehículo de modo que las ruedas delanteras vayan



Figura 4.37 La superficie resbaladiza es lisa y tiene una capa de agua.



Figura 4.38 Algunas jurisdicciones prefieren recurrir a vehículos que ya no se utilizan para enseñar los principios de control de vehículos sobre superficies resbaladizas.

en la dirección del derrape. Si utiliza una transmisión normal, no suelte el embrague (apriete el pedal del embrague) hasta que el vehículo quede bajo control y levante el pie justo antes de detenerlo. Cuando ya pueda controlar el derrape, acelere gradualmente para controlar mejor el vehículo con la tracción.

Puede aumentarse el dominio en el control de derrapes practicando en instalaciones con superficies deslizantes. Estas instalaciones constan de superficies de conducción lisas con agua para que los vehículos derrapen (véase la figura 4.37). Todo el entrenamiento debe realizarse a velocidades reducidas para no dañar los vehículos ni herir a los participantes. Algunas jurisdicciones prefieren utilizar vehículos de reserva u otros vehículos más viejos para esta parte del proceso de entrenamiento (véase la figura 4.38). Si no se dispone de una superficie deslizante, puede que sea posible utilizar un aparcamiento al aire libre.

Frenos auxiliares

Además de los dispositivos de desaceleración para motores mencionados anteriormente en este capítulo,

el vehículo puede estar equipado con uno o más tipos de frenos auxiliares. El conductor/operario debe saber cómo funcionan estos sistemas de modo que pueda utilizarlos de forma adecuada, ya que en algunos casos hay que evitar completamente su uso.

El primer tipo de frenos auxiliares es el tipo válvula frontal limitadora del freno. Estos frenos se instalaban en los vehículos fabricados antes de mediados de los años 70, pero también pueden encontrarse en algunos vehículos más nuevos (véase la figura 4.39). Se conocían más habitualmente por los dispositivos de “carretera seca/carretera resbaladiza”. Esos dispositivos estaban pensados para ayudar al conductor/operario a mantener el control del vehículo en superficies resbaladizas reduciendo la presión del aire en el eje de dirección delantero en un 50 por ciento cuando el dispositivo está en la posición de carretera resbaladiza. Con ello se evita que las ruedas delanteras se bloqueen y permite que el conductor/operario controle el vehículo incluso cuando las ruedas traseras están bloqueadas a causa de un derrape.

En realidad, estos sistemas no eran totalmente eficaces ni seguros, ya que cuando el dispositivo estaba en la posición de carretera resbaladiza, la potencia de frenado se reducía en un 25 por ciento. Si los frenos no estaban en condiciones óptimas y funcionaban sólo a un 80 por ciento de su capacidad, al aplicar el dispositivo y reducir la potencia de frenado en un 25 por ciento, el vehículo sólo disponía del 55 por ciento de su capacidad de frenado total. Después de que el gobierno estadounidense adoptara la *Federal Motor Vehicle Safety Standard 121* (Norma federal de seguridad 121 para los vehículos motorizados de EE.UU.) en 1975, se construyeron pocos camiones más con este sistema. *La IFSTA recomienda que, en los vehículos que dispongan de este sistema, el dispositivo se coloquen en posición de carretera seca y se desconecte.*

Otro tipo de freno auxiliar es el bloqueo diferencial entre ejes, también conocido como tercer diferencial (véase la figura 4.40). Este es otro tipo de interruptor que puede activarse desde la cabina de los vehículos que tengan ejes traseros en tándem. Permite una diferencia de velocidad entre los dos ejes traseros y también proporciona potencia de arrastre a cada eje. Así, la fuerza de tracción de cada eje aumenta.

En condiciones normales de funcionamiento, el dispositivo diferencial entre ejes debe estar en posición de desbloqueo. Coloque el dispositivo en posición de bloqueo si se aproxima o prevé una carretera resbaladiza para mejorar la tracción. Siempre que las condiciones de carretera mejoren, desbloquee el



Figura 4.39 Los dispositivos de carretera seca/resbaladiza se utilizaban más en los vehículos antiguos.

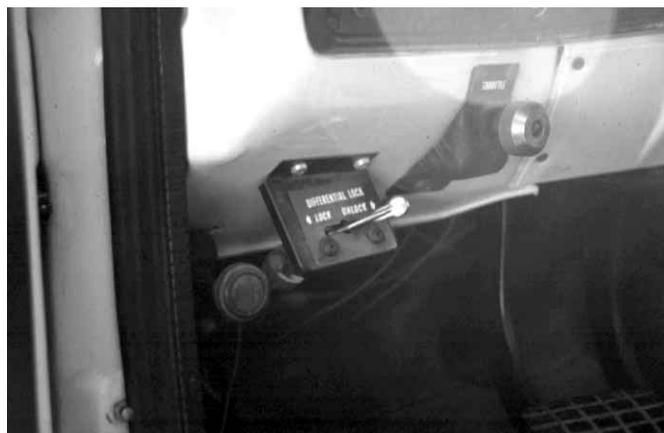


Figura 4.40 Los interruptores del bloqueo diferencial entre ejes pueden encontrarse en vehículos con ejes traseros en tándem.

interruptor. Debe quitar el pie del acelerador si activa el bloqueo diferencial entre ejes. No active nunca este sistema mientras una o más ruedas estén derrapando o girando, ya que podría dañar el eje. Asimismo, si las ruedas giran mientras este dispositivo está activado, también pueden dañar el eje.

Algunos vehículos equipados con ABS también están equipados con un control de tracción automático (ATC en sus siglas inglesas). El ATC se activa y desactiva solo, no hay ningún interruptor que el operario pueda conectar. Si este dispositivo está activado, se enciende una luz verde en el salpicadero. Asimismo, la velocidad del motor disminuye, en la medida de lo necesario, hasta que se consigue la tracción necesaria para mover el bastidor.

El ATC ayuda a mejorar la tracción sobre carreteras resbaladizas reduciendo los giros excesivos de la rueda motriz. El ATC trabaja automáticamente de dos modos: primero, cuando la rueda motriz empieza a girar, el ATC utiliza la presión del aire para frenar la rueda. Esto transmite el par motor a las ruedas con una tracción

mejor. En segundo lugar, cuando todas las ruedas motrices empiezan a girar, el ATC reduce el par motor para mejorar la tracción.

Algunos vehículos equipados con el sistema ATC poseen un interruptor para las condiciones de nieve y barro. Esta función aumenta la tracción para las superficies extraordinariamente lisas. Si se activa el interruptor, la luz del indicador ATC se enciende continuamente. Desactívalo cuando vuelva a disponer de la tracción normal, pulsando el interruptor una segunda vez y apagando el vehículo. Si desea “sacar” un vehículo de algún lugar en particular y el ATC ha cortado la aceleración, active el interruptor de nieve y barro. Extreme las precauciones al activar este interruptor, ya que si el vehículo vuelve a ganar tracción de repente, puede dañarse el eje.

Consulte el manual del fabricante sobre el funcionamiento del vehículo si desea más información detallada sobre cómo utilizar los frenos auxiliares de su vehículo.

Cómo adelantar a otros vehículos

En general, es mejor no adelantar a vehículos que no cedan el paso al vehículo conrainscendios. A pesar de ello, en algunos casos, puede ser necesario adelantar, por lo que el conductor/operario debe estar preparado para hacerlo del modo más seguro posible. Debe utilizar la siguientes directrices para garantizar un adelantamiento seguro.

- En carreteras con múltiples carriles, vaya siempre por el carril situado más hacia la izquierda. Espere siempre que los otros vehículos pasen al carril de la derecha antes de continuar (véase la figura 4.41).
- No adelante vehículos por la derecha. La tendencia natural de muchos conductores es echarse hacia la derecha al ver un vehículo de emergencia (véase la figura 4.42). Por tanto, podría chocar contra ellos si les adelanta por la derecha. Es por ello que algunos cuerpos poseen PAN estrictos que prohíben esta práctica.
- Asegúrese de que los carriles de tráfico opuesto están despejados de vehículos que se aproximen si debe circular en contra dirección.
- Si es posible, no adelante a otros vehículos de emergencia. A pesar de ello, en algunos casos, puede que sea mejor que un vehículo más pequeño y rápido (como, por ejemplo, el vehículo del jefe de bomberos) adelante a uno más grande y lento (como, por ejemplo, un vehículo con dispositivos elevadores). En estos casos, el vehículo que vaya delante debe reducir y echarse hacia la derecha para permitir que el otro vehículo lo adelante. Hay que



Figura 4.41 Si conduce en una carretera con varios carriles, quédese en el carril más a la izquierda.



Figura 4.42 No realice adelantamientos por la derecha.

coordinar esta maniobra por radio siempre que sea posible.

- Lance una ráfaga con las luces largas del vehículo para atraer la atención del otro conductor cuando le adelante.

Condiciones meteorológicas adversas

La meteorología es otro factor que hay que tener en cuenta para conducir de un modo seguro. La lluvia, la nieve, el hielo y el barro convierten las carreteras en superficies resbaladizas. Un conductor/operario debe reconocer estos peligros y adaptar la velocidad del vehículo según la elevación del centro de la calzada, lo cerradas que sean las curvas y el estado de las superficies de la carretera. El conductor/operario debe disminuir gradualmente la velocidad, reducirla mientras se aproxima a las curvas, mantenerse a distancia de arcnos profundos o resbaladizos y evitar los giros repentinos. Asimismo, debe reconocer las áreas que se vuelven resbaladizas más rápido como las superficies de un puente, la pendiente norte de una colina, los lugares sombríos y las zonas donde la nieve cae sobre la carretera.

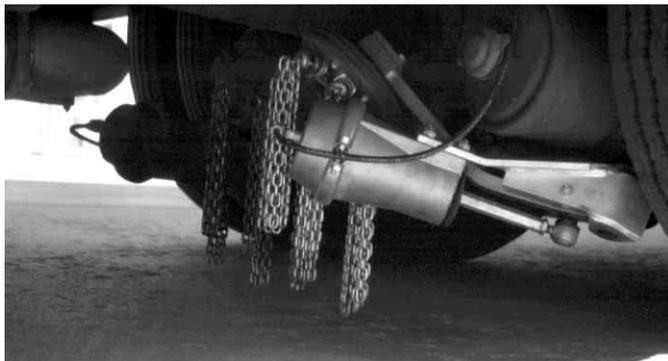


Figura 4.43 Muchos vehículos nuevos están equipados con cadenas para neumáticos automáticas.



Figura 4.44 Las cadenas para neumáticos automáticas se activan con un interruptor que se encuentra en la cabina.

Dado que la distancia de detención es mucho mayor en las carreteras resbaladizas, a veces es útil probar los frenos en una zona donde no haya tráfico para saber hasta qué punto el vehículo resbala. La velocidad debe adaptarse a la carretera y a las condiciones meteorológicas, de modo que el vehículo pueda detenerse o el conductor pueda maniobrar con seguridad. Los limpiaparabrisas y anticongelantes deben mantener el parabrisas limpio y libre de objetos.

Los neumáticos para la nieve o las cadenas para neumáticos reducirán la distancia de detención y aumentarán considerablemente la tracción de inicio o de subida a una colina sobre superficies con nieve o hielo. Los vehículos pueden estar equipados con cadenas para neumáticos normales que se colocan manualmente o con cadenas automáticas más nuevas. Las cadenas para neumáticos automáticas consisten en cadenas de longitud reducida colocadas en un cubo rotatorio delante de cada rueda trasera (véase la figura 4.43). Los cubos vuelven a su lugar al activarse un interruptor en el salpicadero (véase la figura 4.44). La rotación del cubo coloca las cadenas debajo de las ruedas mientras giran. A pesar de ello, estas cadenas tienden a perder eficacia sobre la nieve de más de 200 mm (8 pulgadas) de profundidad.

Durante las condiciones de carretera resbaladiza, la distancia de seguridad entre vehículos aumenta drásticamente. Recuerde que se necesita una distancia entre 3 y 15 veces superior para que el vehículo se detenga por completo sobre la nieve o sobre el hielo que la distancia que sería necesaria sobre hormigón seco.

Dispositivos de advertencia y de despeje del tráfico

Todos los vehículos contraincendios están equipados con alguna combinación de dispositivos de advertencia sonoros o visuales. Los dispositivos de advertencia sonoros son las bocinas de aire, campanas, sirenas mecánicas o electrónicas (véanse las figuras 4.45 a- d). Los estudios han demostrado que los conductores civiles responden mejor a los sonidos que cambian de tono a menudo. Los avisos breves de las bocinas de aire y la oscilación constante de una sirena mecánica o electrónica son las mejores maneras de atraer la atención de un conductor. A velocidades superiores a los 80 km/h (50 mph), puede que un vehículo de emergencia “sobrepase” la eficacia de los dispositivos de advertencia sonoros. Un estudio realizado por el personal del *Driver's Reaction Course* (Curso de reacción del conductor) determinó que el sonido de una sirena en un vehículo de emergencia que circula a 64 km/h (40 mph) puede proyectarse a 90 m (300 pies) por delante del vehículo. A pesar de ello, a una velocidad de 97 km/h (60 mph), la sirena sólo se oye a 3,7 m (12 pies) o menos delante del vehículo. El conductor/operario debe utilizar los dispositivos de advertencia sonoros de que disponga dentro de sus límites.

Los dispositivos de advertencia no tienen ninguna utilidad para el conductor/operario o el público en general si no se utilizan. Es necesario activarlos desde el momento en que el vehículo inicia la respuesta hasta que llega al lugar de la emergencia. De todos modos, el conductor/operario debe ser cauto en el uso de las sirenas. Cuando responda a situaciones delicadas, como emergencias psiquiátricas, suele ser mejor apagar la sirena del vehículo a medida que el vehículo se aproxima a su destino. El uso repentino de un dispositivo de advertencia sonoro inmediatamente detrás de otro vehículo puede enervar al conductor de éste. Si es así, puede que el conductor pare o gire bruscamente, lo que provocaría una colisión. Aunque la utilización de dispositivos de advertencia es esencial, esto no otorga al conductor/operario el derecho de ignorar al resto de conductores.

Sólo hay que utilizar los sistemas de advertencia en las situaciones de auténtica respuesta a una emergencia. Todos los cuerpos de bomberos deben

poseer procedimientos de actuación normalizados que especifiquen el tipo de llamadas que se consideran emergencias. En general, ciertos tipos de llamadas para realizar un servicio, como cortar el agua o cubrir un parque de bomberos vacío, no son realmente emergencias. Los dispositivos de advertencia y las tácticas de conducción de emergencia no deben utilizarse en estos tipos de respuesta. Algunos cuerpos de bomberos incluyen en la lista de respuestas no urgentes llamadas como las alarmas automáticas contraincendios, alarmas de detectores de monóxido de carbono, investigaciones de olores de humo e incendios de basura. Tenga en cuenta que algunas organizaciones de servicios de emergencia han perdido demandas judiciales al ser encontrados responsables de provocar colisiones mientras conducían como si respondieran emergencias a llamadas no urgentes.

Algunos cuerpos de bomberos poseen procedimientos de actuación normalizados que requieren que el conductor/operario apague todos los dispositivos de advertencia y siga el flujo normal del tráfico mientras conduce en autovías y autopistas de peaje de acceso limitado. En realidad, el vehículo seguramente no podrá ir a la misma velocidad que los otros vehículos en esa vía y el uso de dispositivos de advertencia resulta innecesario. El conductor/operario puede volver a encender las luces de advertencia cuando el vehículo llegue al lugar de la emergencia y aparque.

Se han producido múltiples colisiones entre vehículos contraincendios y otros vehículos de emergencia. No siempre es posible oír los dispositivos de advertencia de los otros vehículos de emergencia cuando el dispositivo de advertencia sonoro del propio vehículo está en marcha. Si más de un vehículo de emergencia responde utilizando la misma ruta, las unidades deben circular con una distancia mínima entre ellas de 90 a 150 m (300-500 pies) (véase la figura 4.46). Algunos cuerpos de bomberos sólo tienen rutas de respuesta designada. Esta práctica puede ser peligrosa si una compañía se retrasa o se desvía por algún motivo. Los procedimientos de actuación normalizados deben exigir a los cuerpos de bomberos realizar informes por radio sobre la ubicación y el estado de los otros vehículos de emergencia, especialmente cuando se acerque a la misma intersección que otro vehículo. Independientemente del sistema o patrón utilizado, extreme siempre las precauciones para garantizar una respuesta segura sin colisiones. Para ello, es preciso detenerse totalmente en una intersección con una señal de *stop* o un semáforo en rojo.



Figura 4.45a Bocina de aire.



Figura 4.45b Para seguir con la tradición, algunos vehículos aún están equipados con campanas.



Figura 4.45c Las sirenas mecánicas suelen asociarse tradicionalmente con los vehículos contraincendios.



Figura 4.45d Altavoz de sirena electrónico.

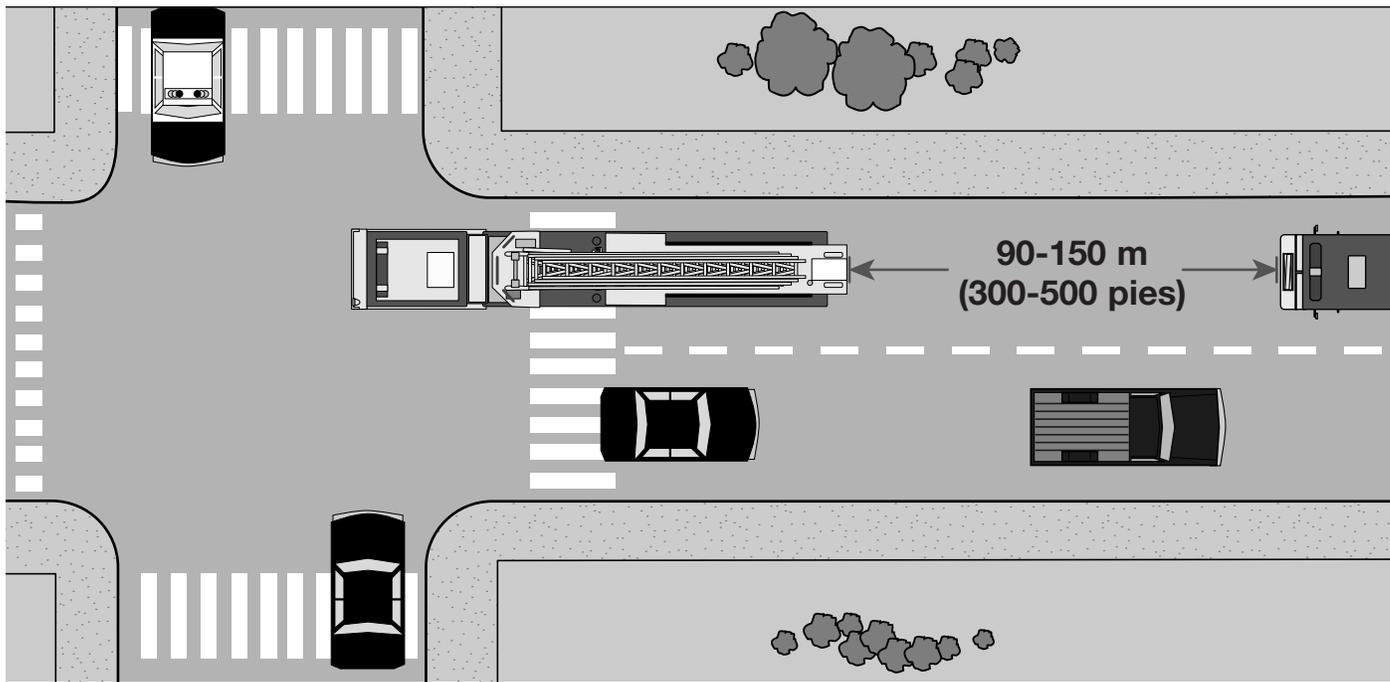


Figura 4.46 Los vehículos de emergencia que circulan por la misma ruta deben guardar una distancia de seguridad de entre 90 y 150 m (300-500 pies).

Las luces blancas pueden distinguirse perfectamente durante el día. Por este motivo, hay que encender los faros mientras se responde (véase la figura 4.47). Algunos cuerpos de bomberos utilizan luces blancas de advertencia junto con luces rojas o de otros colores, pero algunas leyes estatales y provinciales prohíben el uso de luces blancas intermitentes. Un faro auxiliar en el parabrisas posterior de un vehículo atrae rápidamente la atención de un conductor. A pesar de ello, no debe continuar brillando, ya que podría deslumbrar al conductor. Es necesario reducir la intensidad de los faros y apagar los faros auxiliares en las situaciones en que pueda deslumbrarse a los conductores que se aproximen, incluyendo a los conductores de los otros vehículos que se dirigen al lugar de la emergencia. Lanzar ráfagas intermitentes con los faros es un dispositivo de advertencia eficaz y barato; no obstante, algunos estados (provincias) lo prohíben o no lo consideran un dispositivo de advertencia. No conduzca con las luces largas todo el rato, ya que tienden a ocultar las otras luces de advertencia.

La tendencia de los últimos años consiste en equipar a los vehículos con un gran número de dispositivos de advertencia visuales. Aunque estos dispositivos pueden ser eficaces durante la respuesta, los estudios demuestran que en realidad ponen en peligro a los bomberos cuando el vehículo está aparcado en el lugar de la emergencia durante las actuaciones nocturnas. Esa gran cantidad de luces de advertencia junto al



Figura 4.47 Los faros deben estar encendidos siempre que se responda a una emergencia, incluso si es de día.

alumbrado del lugar de la emergencia reducen la eficacia de la cinta reflectante que deben llevar puesta los bomberos en su ropa protectora, lo que impide que los conductores de los vehículos que se aproximan puedan ver a los bomberos en medio de la calle. En tales situaciones se recomienda apagar algunos dispositivos de advertencia del vehículo una vez esté aparcado. Algunos cuerpos de bomberos han equipado a sus vehículos con una o dos pequeñas luces de advertencia amarillas que se encienden al aparcar el vehículo en el lugar de la emergencia. Esto permite que los faros de los vehículos que se aproximan iluminen de modo eficaz las cintas reflectantes de los bomberos.



Figura 4.48 Algunos parques disponen de un semáforo para detener el tráfico siempre que los vehículos salen.

Dispositivos para el control del tráfico

Algunas jurisdicciones utilizan los dispositivos de control de tráfico para ayudar a los vehículos de emergencia durante la respuesta. El conductor/operario debe conocer los dispositivos de control de tráfico utilizados en su jurisdicción y su funcionamiento. Uno de los dispositivos más sencillos consiste en colocar una señal de tráfico delante del parque de bomberos para detener el flujo de tráfico y que el vehículo pueda salir con seguridad (véase la figura 4.48). Esa señal puede controlarse mediante un botón en el parque de bomberos o mediante el personal de envío. Asimismo, puede activarse cuando el parque se ha desplazado a responder una incidencia. Algunas jurisdicciones poseen sistemas que controlan uno o más semáforos en la ruta normal de trayecto del vehículo contraincendios. De nuevo, estos sistemas pueden controlarse desde el parque de bomberos, desde un control remoto en un vehículo contraincendios o desde el centro de envío.



Figura 4.49 El emisor Opticom™ se coloca en el vehículo. Puede colocarse en una barra junto con otras luces o puede estar separado.



Figura 4.50 El sensor Opticom™ se coloca en algún lugar del semáforo normal.

Otro sistema que suele utilizarse para controlar las señales de tráfico para el vehículo contraincendios es el sistema Opticom™, que supone el uso de luces estroboscópicas, también conocidas como emisores, en el vehículo contraincendios y de sensores montados sobre los semáforos. Este emisor genera una señal óptica que el sensor colocado sobre el semáforo recibe mientras el vehículo se aproxima (véase la figura 4.49). El sensor convierte esta señal en un impulso electrónico que se envía al selector de fase en la caja de control del semáforo (véase la figura 4.50). Entonces, el selector de fase pone el semáforo en verde en la dirección a la que se dirige el vehículo y los semáforos en las otras direcciones se ponen rojos (véase la figura 4.51). En algunas jurisdicciones, el semáforo normal puede estar equipado con una luz blanca que indica al conductor que la señal ha sido recibida y que se pondrá verde. En algunos vehículos, el emisor está conectado con el freno de mano. Si este freno está activado, el emisor estará apagado. En los vehículos que no poseen este tipo de freno, el conductor/operario debe recordar apagar el emisor al aparcar el vehículo en el lugar de emergencia. De lo contrario, el emisor podría afectar a los semáforos en el área de alcance y entorpecer el flujo normal del tráfico.

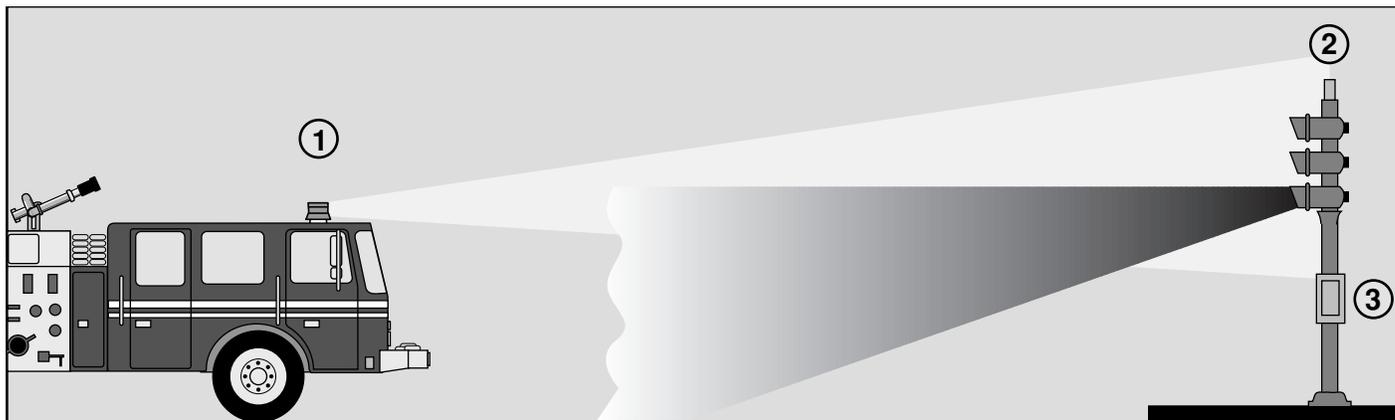


Figura 4.51 Funcionamiento del Opticom™: (1) el emisor genera una señal óptica hacia el detector (2), que convierte esa señal óptica en un impulso electrónico. El selector de fase (3) en la caja de control la procesa y manipula el controlador para que cambie el semáforo del vehículo de emergencia a verde y los semáforos en las otras direcciones a rojo. *Gentileza de 3M Safety and Security.*

Un nuevo tipo de sistema para controlar el tráfico es el sistema SONEM 2000, que se activa mediante la sirena de emergencia del vehículo a medida que se aproxima a una intersección. Un micrófono colocado en el poste del semáforo “oye” la sirena y envía una señal al controlador del semáforo que ordena la preferencia de paso en la intersección. El micrófono puede estar ajustado para ordenar la preferencia de paso desde distancias de tan sólo algunos metros (pies) hasta 1 km (media milla). Las intersecciones equipadas con este sistema tendrán luces blancas y azules de 76 mm (3 pulgadas) en cada sentido del trayecto, en algún lugar al lado de los semáforos normales. Tan pronto como el micrófono envíe la orden de preferencia al controlador de señales, se ilumina una luz blanca en la dirección por la que se aproxima el vehículo de emergencia que indica que la señal ha sido recibida y que el semáforo se pondrá en verde. En todas las demás direcciones se ilumina la luz azul que indica que un vehículo de emergencia que se aproxima por alguna de las otras direcciones ha conseguido la preferencia de paso. Esto es extremadamente importante cuando hay otros vehículos de emergencia que se aproximan a la intersección desde más de una dirección. Los vehículos que ven la luz azul saben que deberán hacer un *stop*, porque el semáforo no se pondrá verde en su dirección.

Sean cuales sean los tipos de dispositivos para el control del tráfico que se utilizan en una jurisdicción, no sustituyen el uso de las técnicas de conducción defensiva adecuadas. Siempre que cruce una intersección con el semáforo en verde, el conductor/operario debe mantener una velocidad que le permita realizar maniobras evasivas si otro vehículo entra en la intersección. Si por algún motivo el vehículo conrainscendios no tiene el semáforo en verde, el conductor/operario deberá detener completamente el vehículo ante un semáforo en rojo. Tenga presente que

si dos vehículos que están equipados con dispositivos Opticom™ se aproximan a una misma señal de tráfico desde distintas direcciones, sólo el vehículo cuyo sensor envíe primero la señal conseguirá que el semáforo se ponga verde. El último vehículo que se aproxime se encontrará el semáforo en rojo. Es por eso que no debe pensar que el sistema está estropeado sólo porque la luz del semáforo no cambie. Aproxímese a la intersección con precaución y deténgase.

Ejercicios de conducción y métodos de evaluación

Después de seleccionar al conductor/operario y de que reciba una formación, hay que evaluar su labor mediante algún método normalizado. Es necesario realizar estas evaluaciones antes de que el conductor/operario pueda conducir el vehículo en condiciones de emergencia. La NFPA 1002 ofrece indicaciones específicas sobre las pruebas que deben pasar los candidatos a conductor/operario. Es imprescindible que las organizaciones que quieran certificar el cumplimiento de la norma sigan estas indicaciones. Las otras organizaciones deben al menos seguir la norma para evitar posibles responsabilidades civiles en caso de que el conductor/operario se vea envuelto en una colisión. La mayoría de organizaciones obligan a los candidatos a conductor/operario a pasar pruebas escritas y prácticas. En los cuerpos de bomberos voluntarios, pasar estas pruebas puede significar sencillamente que la persona cualificada será la responsable de conducir el vehículo. En cambio, en los cuerpos de bomberos profesionales, estas pruebas pueden ser un examen de promoción.

Todo el entrenamiento y las pruebas para conducir un vehículo conrainscendios se basan en los requisitos

exigidos por la NFPA 1451, *Standard for a Fire Service Vehicle Operations Training Program* (Norma para elaborar un programa de entrenamiento en actuaciones con el vehículo contra incendios).

Prueba escrita

Algunos aspectos del trabajo de un conductor/operario se evalúan mejor mediante un examen escrito. Este examen incluye preguntas sobre los siguientes temas:

- Regulaciones estatales y locales sobre conducción en casos de emergencia y de no emergencia
- Regulaciones del cuerpo
- Cálculos hidráulicos
- Preguntas específicas sobre el funcionamiento de la bomba
- Procedimientos de actuación normalizados del cuerpo

Según la jurisdicción, la prueba puede ser con los libros de consulta o sin ellos. El estilo de preguntas también varía según la jurisdicción.

Ejercicios prácticos de conducción

La NFPA 1002 especifica una serie de ejercicios prácticos de conducción que el candidato a conductor/operario debe realizar con éxito antes de recibir autorización para conducir el vehículo. La norma exige que el conductor/operario sea capaz de realizar esos ejercicios con cada uno de los tipos de vehículos que deberá conducir. Algunas jurisdicciones prefieren que el conductor/operario complete esos ejercicios antes de permitirle realizar la prueba en carretera. Esta práctica garantiza que el conductor/operario sabrá controlar bien el vehículo antes de circular por una vía pública. Los ejercicios descritos a continuación son los exigidos específicamente por la norma. Puede que algunas jurisdicciones prefieran añadir otros ejercicios que simulen las condiciones locales. En cualquier caso, los ejercicios mínimos que deben completarse son estos.

NOTA: en las descripciones de los ejercicios mencionados se especifican las dimensiones mínimas del lugar para realizarlos. Asimismo, la NFPA 1002 especifica que puede que estas dimensiones no sean adecuadas para vehículos contra incendios muy grandes. Por ello, cada organización deberá modificar estas dimensiones. La autoridad competente debe ser capaz de justificar cualquier modificación razonable de la norma para adaptarla a las condiciones locales.

Prueba de aparcar en batería

En este ejercicio se valora la habilidad del conductor/operario para maniobrar con el vehículo

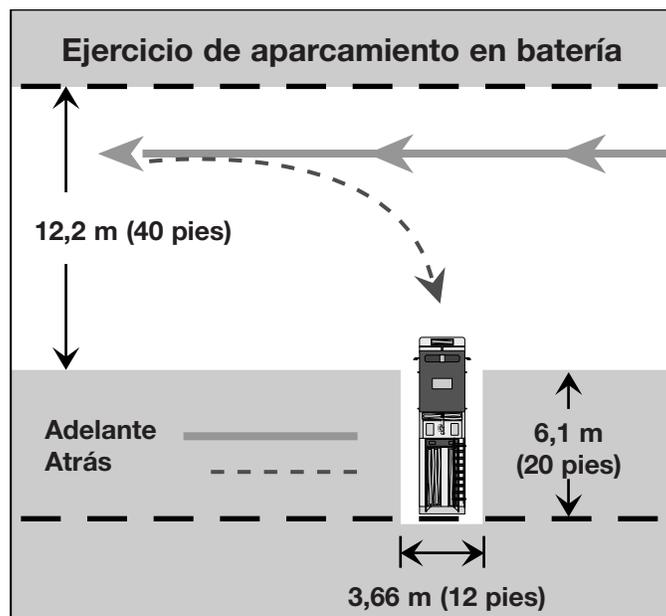


Figura 4.52 El ejercicio de aparcamiento en batería pone a prueba la habilidad del conductor/operario para dar marcha atrás en un lugar estrecho.

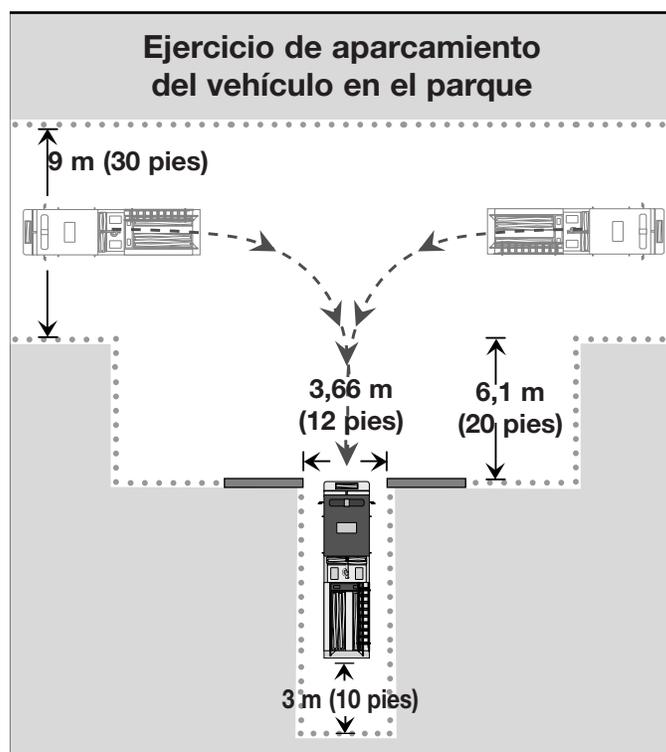


Figura 4.53 Este ejercicio simula introducir el vehículo en el parque de bomberos dando marcha atrás.

marcha atrás e introducirlo en una zona limitada como un callejón, un garaje o el parque de bomberos, sin chocar contra las paredes y deteniendo el vehículo cerca de la pared trasera. Las dimensiones de la zona limitada deben ser de 12,2 m (40 pies) de ancho, similar a la distancia de seguridad (véase la figura 4.52). Al lado y en perpendicular hay otra zona simulada de 3,66 m

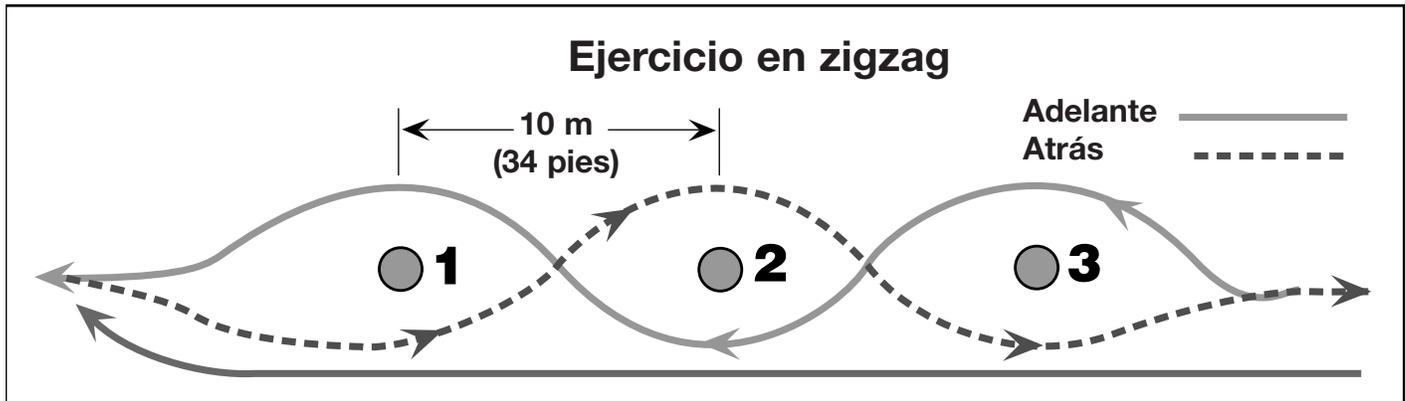


Figura 4.54 El ejercicio en zigzag pretende simular las maniobras del vehículo en lugares estrechos y alrededor de vehículos aparcados.

(12 pies) de ancho y 6,1 m (20 pies) de longitud. El procedimiento de la prueba consiste en pasar la zona limitada (que quedará a la izquierda), girar hacia la izquierda dando marcha atrás y aparcar el vehículo en la zona delimitada. Luego hay que repetir el ejercicio desde el lado opuesto. Para completar la prueba con éxito, el conductor/operario debe ser capaz de introducir el vehículo en el lugar delimitado sin tener que detenerse ni tirar el vehículo hacia delante y sin chocar contra los obstáculos o marcas.

Como alternativa al aparcamiento en batería tradicional, la jurisdicción local puede elegir la maniobra de aparcamiento dentro del parque de bomberos (véase la figura 4.53). En este ejercicio, se simula el garaje de un vehículo con una entrada mínima de 6,1 m (20 pies) en una calle de 9 m (30 pies) de ancho. Se colocan una serie de barricadas a una distancia de 3,66 m (12 pies) en la parte posterior de la entrada para simular la puerta de apertura de un garaje. Es necesario construir un garaje simulado detrás de las “puertas del garaje”. El garaje debe tener una longitud 3 m (10 pies) superior a la longitud total del vehículo. Debe haber una línea recta en el garaje y puede colocarse un cono de tráfico en el lugar donde debe detenerse la rueda delantera izquierda. De nuevo, la jurisdicción local puede elegir modificar estas dimensiones basándose en las condiciones locales y el tamaño del vehículo. El procedimiento de la prueba consiste en pasar el área de entrada (que quedará a la izquierda), girar hacia la izquierda dando marcha atrás a través de la entrada y aparcar el vehículo en el área del garaje. Luego hay que repetir el ejercicio desde el lado opuesto. Para completar la prueba con éxito, el conductor/operario debe ser capaz de introducir el vehículo en el área del garaje sin tener que detenerse ni tirar el vehículo hacia delante y sin chocar contra los obstáculos o marcas.

Trayecto en zigzag

Este ejercicio simula las maniobras que se realizan cuando se conduce esquivando vehículos aparcados o parados y esquinas estrechas. En el ejercicio en zigzag, se colocan al menos tres marcadores formando una línea con la misma distancia de separación entre ellos (véase la figura 4.54). Los marcadores deben mantener una distancia de separación de entre 9 y 12 m (30 y 38 pies), según el tamaño del vehículo utilizado. Es necesario proporcionar el espacio adecuado alrededor de los marcadores para que el vehículo se mueva sin problemas. El conductor/operario debe realizar una maniobra con el vehículo primero hacia atrás a través de los conos y luego hacia delante. El trayecto debe realizarse en cada dirección con un movimiento continuo y sin tocar ninguno de los marcadores.

En primer lugar, el conductor/operario tiene que conducir el vehículo por el lado izquierdo de los marcadores en línea recta y detenerse pasado el último marcador. Entonces, debe retroceder con el vehículo pasando entre los marcadores primero a la izquierda del nº. 1, a la derecha del nº. 2 y a la izquierda del nº. 3. En este punto, el conductor/operario tiene que parar el vehículo y tirar hacia delante pasando entre los marcadores; a la derecha del nº. 3, a la izquierda del nº. 2 y a la derecha del nº. 1.

Cambio de sentido en un espacio reducido

Los ejercicios de cambio de sentido en espacios reducidos ponen a prueba la habilidad del conductor/operario para girar el vehículo 180° en un lugar delimitado. Los vehículos contraincendios, especialmente los autobombas del cuerpo de bomberos, tienen que cambiar de sentido a menudo para completar actuaciones como las de tendido de manguera hacia el abastecimiento de agua. No obstante, puede que esta maniobra no presente excesivos problemas si se dispone del espacio adecuado, en calles estrechas o intersecciones se complica algo más.

Este ejercicio puede realizarse en una área de al menos 15,25 m (50 pies) de ancho y 30,5 m (100 pies) de largo (véase la figura 4.55). El vehículo inicia la maniobra en el centro de uno de los extremos del lugar de la prueba. Entonces el conductor avanza hacia uno de los lados y empieza a girar. No hay límite en los cambios de dirección necesarios hasta conseguir que el vehículo gire 180° y llegue hasta el mismo punto de entrada. Durante este proceso, puede haber un bombero escolta a cargo de las instrucciones para las maniobras. Para llevar a cabo este ejercicio con éxito, el vehículo debe girar 180° y volver al punto de entrada original sin chocar contra ningún marcador y sin salirse el trayecto delimitado.

Si el vehículo es tan pequeño que puede completar el cambio de sentido sin detenerse y dar marcha atrás en el espacio con las dimensiones especificadas aquí, delimite un espacio inferior para que deba utilizar la marcha atrás.

Disminución del área de separación

El ejercicio de disminución del área de separación evalúa la capacidad del conductor/operario para conducir el vehículo en línea recta, juzgar las distancias entre la rueda y el objeto y pararse en una línea de fin de trayecto. La velocidad del vehículo es opcional, pero el conductor/operario debe circular con la suficiente aceleración como para tener que tomar una decisión rápida. La superficie para este ejercicio se organiza mediante dos filas de puntales que forman un carril de 23 m (75 pies) de largo. El carril se va estrechando partiendo de una anchura de 2,9 m (9 pies y 6 pulgadas) hasta los 2,5 m (8 pies y 2 pulgadas) (véase la figura 4.56). El conductor/operario debe maniobrar el vehículo a través del carril sin tocar los puntales. Pasados 15 m (50 pies) del último puntal, el conductor/operario debe pararse de modo que el parachoques delantero quede a 150 mm (6 pulgadas) de la línea de fin de trayecto. Por supuesto, estas dimensiones deberán ser modificadas en el caso de los vehículos más grandes como los vehículos de rescate y lucha contraincendios en aeronaves.

Pruebas en carretera

Antes de recibir la autorización para conducir vehículos contraincendios, el conductor/operario debe demostrar su capacidad para maniobrar el vehículo en vías públicas. Pero para llegar hasta las pruebas en carretera, primero debe demostrar su capacidad para controlar el vehículo que conduce. Todos los cuerpos de bomberos deben elaborar una ruta predeterminada para que los candidatos a conductor/operario puedan practicar. Esta ruta debe

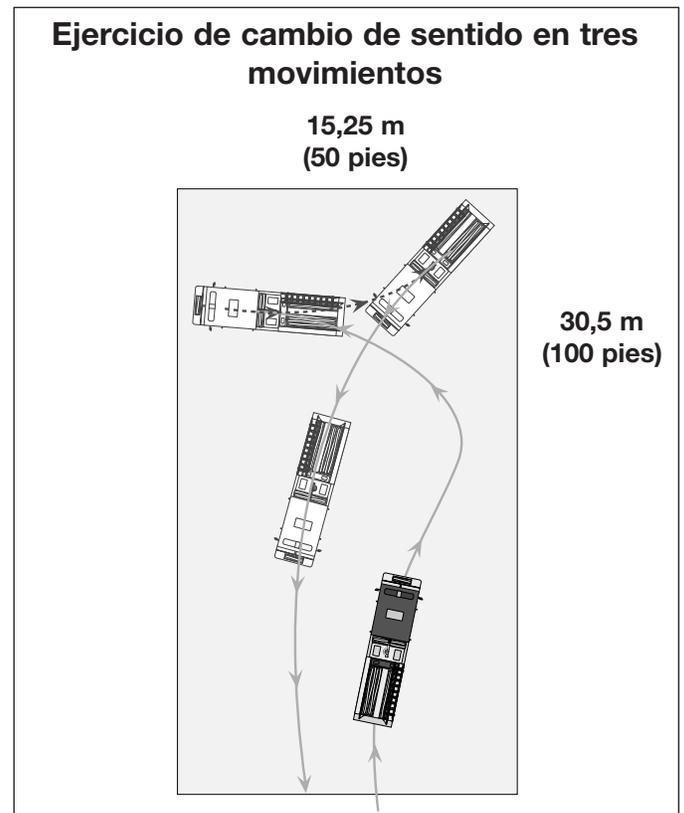


Figura 4.55 El ejercicio de cambio de sentido simula el cambio de dirección del vehículo en el lugar del incendio para tender la manguera hacia el abastecimiento de agua.

incluir todas las situaciones de conducción normales que pueden encontrarse en su jurisdicción. A pesar de ello, la NFPA 1002 establece los elementos mínimos que toda prueba en carretera debe incluir para conseguir la autorización de conductor/operario. Dichos elementos son los siguientes:

- Cuatro giros a la izquierda y cuatro a la derecha
- Un tramo recto en una calle urbana comercial o en una carretera rural de dos carriles de al menos 1,6 km (una milla) de longitud
- Una intersección de dos vías y dos intersecciones donde sea necesario hacer un *stop*
- Un paso a nivel
- Una curva, ya sea hacia la izquierda o hacia la derecha
- Una sección de autopista de acceso limitado que incluya carriles de aceleración y de desaceleración normales y que tenga una longitud suficiente como para realizar dos cambios de carril
- Una bajada con la pendiente y longitud suficientes para tener que realizar un cambio de marcha con la intención de mantener la velocidad

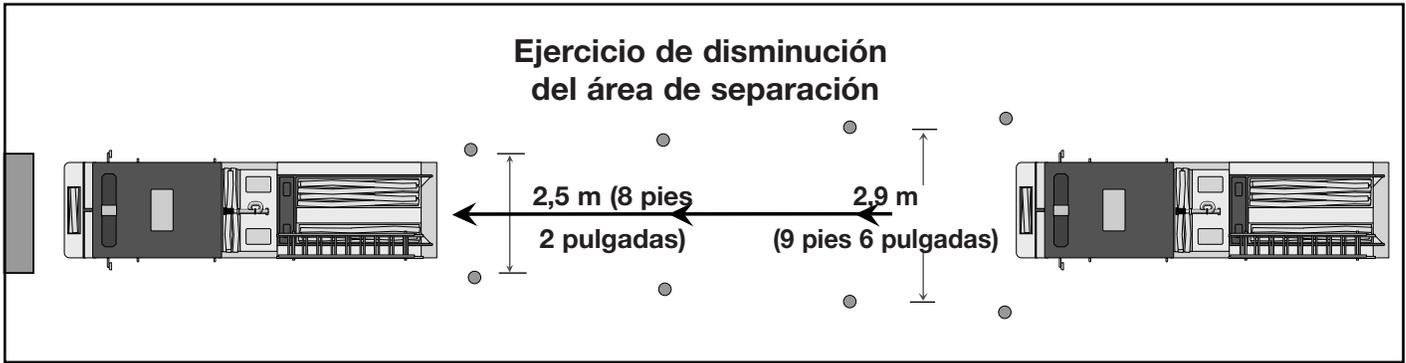


Figura 4.56 El ejercicio de disminución del área de separación pone a prueba la habilidad del conductor/operario para conducir el vehículo en línea recta y determinar la distancia desde la rueda hasta los varios objetos.

- Una subida con la pendiente y longitud suficientes para tener que realizar un cambio de marcha con la intención de mantener la velocidad
- Un paso inferior, un puente de altura limitada

Durante la prueba, la evaluación de un candidato a conductor/operario en una prueba en carretera es muy subjetiva. En general, debe evaluarse la capacidad para adaptarse a los requisitos del tráfico y a las políticas del cuerpo, así como su capacidad para controlar con seguridad el vehículo.

Resumen de las prácticas de conducción adecuadas

Una colisión o una avería del vehículo debidas a una conducción irresponsable tienen muchas repercusiones y son del todo inexcusables. Pueden perderse vidas que, de lo contrario, se habrían salvado, puede que los bienes que se habrían protegido queden destruidos, puede que los bomberos que van en el vehículo, los peatones o los conductores de otros vehículos resulten muertos o heridos, el cuerpo de bomberos puede quedar expuesto a posibles demandas y a un procesamiento civil por homicidio por imprudencia u homicidio involuntario y puede que el vehículo no pueda utilizarse durante un período de tiempo indefinido, lo que hará que los ciudadanos estén más desprotegidos.

A continuación se incluye una lista con algunos puntos importantes que se deben recordar para mantener la seguridad en el funcionamiento y la conducción del vehículo contraincendios:

- Recuerde que la velocidad es menos importante que llegar a salvo al lugar de destino.

- Reduzca en las intersecciones y deténgase si encuentra un semáforo en rojo o una señal de *stop*. Prevea la peor situación posible.
- Conduzca con precaución. Esté alerta ante cualquier hecho que se produzca o pueda producirse alrededor del vehículo.
- Piense que algunos conductores y peatones no oirán, ni verán los dispositivos de advertencia del vehículo.
- Prevea las condiciones de la carretera y del tráfico generales de la ruta. Adapte estas previsiones a la estación, el tiempo, el día de la semana y la hora de la emergencia.
- Recuerde que las carreteras con nieve o hielo o mojadas incrementan la distancia de frenado.
- No fuerce las marchas en los vehículos con transmisión manual.
- No utilice el pedal del embrague para apoyar el pie.
- No sobrepase los 15 km/h (10 mph) cuando salga del parque de bomberos.
- No acelere el motor cuando el vehículo esté parado. Es innecesario y daña el motor.
- Utilice siempre una marcha más corta cuando arranque el vehículo estando parado. Si utiliza la segunda o tercera marcha y se le resbala el embrague, éste puede dañarse y deteriorarse más rápidamente y de un modo innecesario.
- Mantenga el vehículo bajo control en todo momento.
- No dé *nada* por supuesto.

Posición del vehículo

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información que ayudará al lector a cumplir con los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios) edición de 1998.

3-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros maestros o de mano eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo, se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Depósito interno
- Fuente presurizada
- Fuente estática
- Trasvase de un depósito interno a una fuente externa

(a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados y de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) *Habilidades requeridas:* **posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática;** transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

3-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y el tamaño de la línea y la presión de entrada y el flujo deseados, bombear una línea de abastecimiento de 65 mm (2,5 pulgadas) o mayor, de modo que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

(a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) *Habilidades requeridas:* **posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática;** transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

6-1.4* **Dada una ruta predeterminada fuera de la vía pública con las siguientes características y en la que se puedan realizar las siguientes maniobras a las que se tendrá que enfrentar el conductor/operario durante las actuaciones normales, conducir un vehículo contra incendios forestales, de modo que se circule con total seguridad de acuerdo con todas las normas y los reglamentos aplicables del cuerpo de bomberos, los requisitos del apartado 4-2 de la NFPA 1500 *Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program* (Norma de seguridad ocupacional y programa sanitario de los cuerpos de bomberos), y las limitaciones de diseño del vehículo.**

- Tierra suelta o húmeda
- Pendientes pronunciadas (del 30% hacia arriba y hacia abajo)
- Visibilidad reducida
- Curva ciega
- Obstáculos que impiden el paso del vehículo (por altura, anchura, bajos, ángulo de aproximación, ángulo de salida)
- Espacio limitado para girar
- Pendientes del talud (del 20% de un lado al otro)

(a) *Conocimientos requeridos:* efectos que tienen el tiempo de reacción de frenado, los factores relacionados con la carga, las reacciones generales de la dirección, la velocidad y la fuerza centrífuga sobre el control del vehículo; leyes y normativa aplicables; principios para evitar los deslizamientos; principios de la conducción nocturna; principios de los patrones de cambio de velocidad; preferencia de paso en intersecciones, pasos a nivel, y puentes; limitaciones de peso y altura en carreteras y puentes; identificación y funcionamiento de los indicadores del vehículo y límites de funcionamiento adecuados.

(b) *Habilidades requeridas:* utilizar los dispositivos de sujeción de los pasajeros; mantener la distancia de seguridad adecuada; mantener el control del vehículo al acelerar, desacelerar y girar; mantener la velocidad adecuada en función de la vía, el tiempo y las condiciones del tráfico; circular con seguridad durante las

actuaciones que no sean de emergencia; trabajar en condiciones adversas del entorno o de la superficie de conducción, y utilizar los controles y los indicadores del vehículo.

6-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros contraincendios eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo, se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Cisterna de agua
- Fuente presurizada
- Fuente estática

(a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; colocación adecuada del vehículo; consideraciones de seguridad personal; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión, sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) *Habilidades requeridas:* **posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; colocar correctamente el vehículo para llevar a cabo el ataque al incendio;** transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control

de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

6-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y tamaño de la línea, el flujo de bombeo y la presión de entrada deseada, bombear una línea de abastecimiento, de modo que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

(a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto y con los sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

Habilidades requeridas: **posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizar un hidrante contraincendios en una fuente de agua estática;** transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) Copyright© 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

En los incidentes de emergencia es necesario que los vehículos y el personal asignado trabajen conjuntamente para que el trabajo que realizan sea eficaz. Para controlar el incidente con eficacia y seguridad, es preciso colocar el vehículo de modo que se pueda rentabilizar su utilización al máximo. La habilidad del conductor/operario para colocar correctamente el vehículo requiere entrenamiento, práctica e ingenio. Asimismo, el conductor/operario también debe ser capaz de ejecutar determinadas maniobras cuando así lo indiquen los jefes de incidente o los planes de prevención de incidentes. Cada vehículo se colocará de acuerdo con su finalidad y objetivos estratégicos generales. También debe trabajar en coordinación con otros vehículos que se utilicen en el incidente.

Este capítulo trata sobre la colocación correcta del autobomba de acuerdo con las múltiples funciones que puede desempeñar, como, por ejemplo, ataque al incendio o abastecimiento de agua. En el capítulo también se explican las consideraciones relativas a la posición de los vehículos contra incendios forestales y de apoyo. Los aspectos especiales relacionados con la posición de todo tipo de vehículos se tratan en la parte final del capítulo.

Cabe destacar que existen posiciones para dos tipos de actuaciones en el lugar del incendio que no se cubren en este capítulo: la posición de los autobombas en las actuaciones de bombeo en serie se explica en el capítulo 13, y la posición de los autobombas y de los camiones cisterna durante las actuaciones de transvase de agua se explica en el capítulo 14.

Posición de los autobombas del cuerpo de bomberos

Como ya se dijo en el capítulo 2, la función principal del autobomba es proporcionar agua para las actuaciones contraincendios. En función de las circunstancias, el autobomba puede abastecer de agua directamente a los chorros contraincendios para controlar el incidente o proporcionar agua a otros autobombas o vehículos con dispositivos elevadizos que, a su vez, están combatiendo el incendio directamente. El conductor/operario debe conocer los principios más importantes relacionados con cada una de estas situaciones. Los siguientes apartados tratan los aspectos que hay que tener en cuenta para la colocación de los autobombas utilizados para combatir el incendio y para el abastecimiento de agua.



Figura 5.1 El autobomba de ataque se coloca en función de las condiciones del incendio y de la accesibilidad al lugar de la emergencia. *Gentileza de Ron Jeffers.*

Autobombas de ataque al incendio

No existe una norma fija para posicionar los autobombas que abastecen a las líneas de ataque en el lugar del incendio (véase la figura 5.1), ya que hay que considerar múltiples factores a la hora de determinar las posiciones tanto para los autobombas que llegan primero como para los que llegan más tarde. Los siguientes apartados contienen algunas pautas que servirán para que el conductor/operario pueda decidir cuál es la posición más adecuada. Como en todas las situaciones de incendio, los procedimientos de actuación normalizados y la opinión del oficial responsable o del conductor/operario serán factores determinantes a la hora de posicionar el vehículo y asignarle una misión.

Posición para atacar el incendio

El primer paso para determinar la posición correcta del autobomba de ataque es evaluar el incidente. Este paso es especialmente importante en el caso del vehículo que



Figura 5.2 El autobomba suele aparcarse cerca de la entrada principal del edificio cuando no se aprecia ningún incendio. Los bomberos pueden entonces salir del vehículo e investigar el incidente.

llega primero al lugar del incendio. A medida que el vehículo se aproxima, el conductor/operario y el oficial de compañía deben observar las características del incidente para decidir cuál es el mejor sitio para aparcar el vehículo. Los vehículos que lleguen más tarde se dirigirán a los puestos establecidos por los PAN o por las órdenes del jefe de incidente.

Si el vehículo llega a un lugar en el que no se aprecian señales de incendio, es recomendable aparcarlo cerca de la entrada principal de la instalación (véase la figura 5.2). A continuación, el personal del cuerpo de bomberos puede entrar en la estructura e investigar la situación. El conductor/operario tiene que quedarse con el vehículo y estar preparado para realizar conexiones a la fuente de agua o a la conexión del cuerpo de bomberos del sistema de rociadores y de tuberías montantes, o para tender líneas de mangueras de ataque si es necesario.

Si al aproximarse al lugar de la emergencia parece evidente que se ha producido un incendio, hay que buscar la mejor posición táctica para colocar el vehículo. Existen diversos factores que intervienen en esta decisión. Algunos de los más importantes son los siguientes:

- **Procedimientos de actuación normalizados del cuerpo de bomberos:** un gran número de cuerpos de bomberos dispone de procedimientos establecidos para la colocación de cada vehículo de ataque inicial. Si es así, el conductor/operario tiene que intentar por todos los medios seguir estos procedimientos, ya que repercutirán sobre la colocación de los vehículos que lleguen más tarde.
- **Actuaciones de rescate:** el rescate siempre es la prioridad táctica número uno en todos los incidentes en los que se vea implicado un incendio. Si hay que efectuar tareas de rescate, por ejemplo, porque hay

personas saliendo por las ventanas de los pisos superiores, el vehículo debe colocarse de modo que facilite el despliegue rápido de las escalas o del dispositivo elevadizo (si el vehículo dispone de él) para llevar a cabo el rescate. Si desea más información sobre cómo desplegar un dispositivo elevadizo, consulte el manual de la IFSTA *Fire Department Aerial Apparatus* (Manual del vehículo con dispositivos elevadizos del cuerpo de bomberos).

- **Abastecimiento de agua:** si el incidente es lo suficientemente pequeño como para controlarlo con el agua transportada en el vehículo, el abastecimiento de agua no será un factor determinante a la hora de colocar el vehículo. Si es necesario recurrir a una fuente externa, el conductor/operario y el oficial de compañía deberán tenerlo en cuenta antes de aparcar el vehículo en la posición final. Si el vehículo está aparcado en una posición de difícil acceso para el resto de vehículos, como en un carril estrecho o en una entrada de garaje, es preciso tender una manguera de abastecimiento a medida que el vehículo avanza hasta la posición final (véase la figura 5.3). Asimismo, si existe un hidrante suficientemente cerca del edificio en llamas, hay que tener en cuenta la posibilidad de conectar el autobomba de ataque a dicho hidrante para no poner en peligro la actuación (véase la figura 5.4).
- **Método de ataque:** el método de ataque influye de modo decisivo en la colocación del vehículo. Si el incidente puede controlarse con líneas de mano preconectadas, el vehículo debe colocarse de modo que la boquilla alcance la zona del foco del incendio. Si se van a utilizar chorros maestros portátiles, el vehículo tiene que aparcarse tan cerca como sea posible de las líneas de mangueras para abastecerlos con eficacia. Si va a utilizarse la torre del vehículo, éste tiene que colocarse en una posición que permita que el chorro contraincendios alcance su objetivo (véase la figura 5.5).
- **Alrededores:** si existe la posibilidad de que el incendio amenace a los alrededores, el vehículo debe aparcarse en una posición que permita desplegar los chorros contraincendios de modo que protejan los alrededores (véase la figura 5.6). En algunos casos, puede ser necesario posponer el ataque al edificio en llamas para salvar las zonas de los alrededores que se vean gravemente amenazadas. Esta es una decisión táctica que debe tomarse durante el proceso de evaluación.

Durante el examen de los alrededores, no debemos olvidar que hay que considerar que el vehículo forma

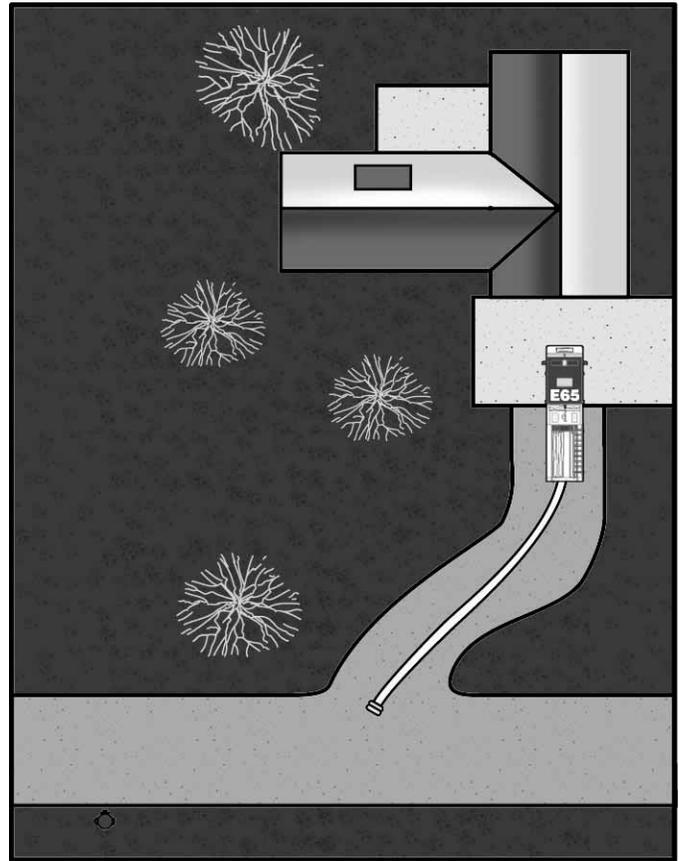


Figura 5.3 El autobomba de ataque debe tender su propia línea de abastecimiento a lo largo de una entrada de garaje larga y estrecha.

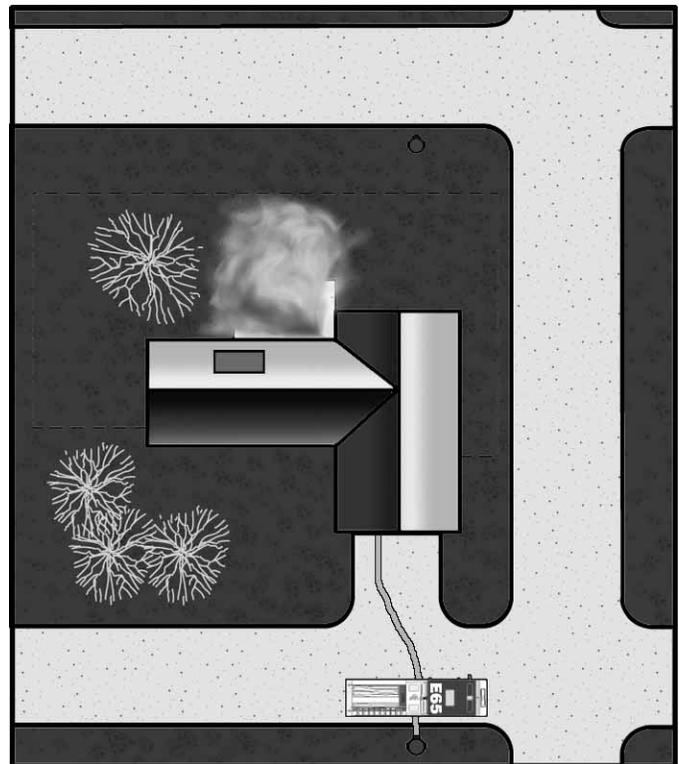


Figura 5.4 En condiciones óptimas, el autobomba de ataque puede conectarse directamente a un hidrante contraincendios.



Figura 5.5 El chorro de la torre debe ser capaz de alcanzar el foco del incendio.



Figura 5.6 La protección de los alrededores es una prioridad en el lugar del incendio. *Gentileza de Ron Jeffers.*

parte de esos alrededores. Hay que evitar aparcar el vehículo en una zona expuesta a niveles altos de calor radiante, a la caída de brasas o a otros productos de combustión (véase la figura 5.7). Cualquier posición en la que haya que humedecer el vehículo para evitar daños no es buena (véase la figura 5.8).

- **Dirección del viento:** siempre que sea posible, intente aparcar el vehículo entre el incidente y el lugar desde donde sopla el viento. De ese modo, no es necesario que el conductor/operario lleve el aparato de



Figura 5.7 El lugar del incendio ya implica demasiados riesgos como para que los bomberos aporten sus propios peligros. *Gentileza de Ron Jeffers.*



Figura 5.8 No aparque el vehículo demasiado cerca del incendio para no tener que humedecerlo para mantenerlo frío. *Gentileza de Ron Jeffers.*

respiración autónoma al trabajar con el vehículo. Asimismo, se reduce la posibilidad de que el vehículo se convierta en “alrededores” en caso de que las condiciones del incendio empeoren. Por último, si en el incendio intervienen materiales peligrosos, aparcar entre el incendio y el lugar de donde viene el viento reducirá las posibilidades de contaminar el vehículo y el personal asignado a éste (véase la figura 5.9). Más adelante en este capítulo, se proporciona información sobre cómo colocar el vehículo en incidentes con materiales peligrosos.

- **Terreno:** el terreno afecta a la colocación del vehículo de diversas maneras. Siempre que pueda, elija una superficie pavimentada frente a una no pavimentada. Con ello, se eliminan las posibilidades de que el



Figura 5.9 Aparque el vehículo de modo que se pueda realizar un ataque a un incidente con materiales peligrosos desde el lado de barlovento. Gentileza de Rich Mahaney.



Figura 5.10 Tienda la línea de abastecimiento a un lado de la calle y a lo largo de ésta.



Figura 5.11 Los bomberos tienen que extremar las precauciones ante un posible derrumbamiento durante las actuaciones contraincendios. Gentileza de Harvey Eisner.

vehículo se quede encallado cuando la zona se humedezca. En la mayoría de casos, también es recomendable situarse entre el incidente y la parte alta de una cuesta siempre que sea posible. La bomba contraincendios se desgasta menos al abastecer a las líneas de mangueras cuesta abajo que cuesta arriba (consulte el apartado sobre hidráulica de este manual si desea más información). Si aparca entre la parte alta de una cuesta y un incidente con materiales peligrosos, el producto no se acumulará bajo el vehículo. Colóquese siempre entre la parte alta de una pendiente y un incendio en un vehículo por si el combustible en llamas empieza a derramarse del vehículo. La excepción esta regla es la colocación en un incendio forestal. Los incendios forestales avanzan cuesta arriba más rápido que en terreno llano. Permanezca a un nivel inferior al del incendio forestal siempre que sea posible.

- **Posibilidad de recolocación:** deje siempre una vía de salida. No coloque nunca el vehículo en una posición en la que no se puede efectuar una retirada en caso de que las condiciones obliguen a moverse.

Durante el tendido de una manguera de abastecimiento en el lugar del incendio, asegúrese de que la manguera se coloca en longitudinalmente cerca de los laterales de la calzada siempre que sea posible (véase la figura 5.10). Esta estrategia es especialmente importante con las líneas de manguera de gran diámetro, ya que, cuando están cargadas de agua, pasar por encima de ellas resulta difícil para los vehículos que llegan más tarde.

Otro factor importante a la hora de determinar una buena posición para los autobombas de ataque es la situación del edificio en llamas y las posibilidades de derrumbamiento de la estructura. Los edificios que han sufrido daños importantes provocados por incendios o los edificios que estaban en malas condiciones antes del incendio pueden sufrir un derrumbamiento repentino (véase la figura 5.11). Por eso, los vehículos deben alejarse lo suficiente para no encontrarse en la zona de derrumbamiento en caso de que éste se produzca. Dicha zona tiene que ser igual a la altura del edificio (véase la figura 5.12). Siempre que sea posible, aparque en las esquinas del edificio, ya que ésta es la posición más segura en caso de derrumbamiento. Recuerde que las esquinas del edificio también son la posición óptima para los vehículos con dispositivos elevadizos. Asegúrese de que los vehículos con dispositivos elevadizos puedan llegar hasta la posición necesaria.

Existen diversos elementos que indican que un edificio puede ser inestable. Algunos de los signos que pueden presagiar un derrumbamiento exterior son:

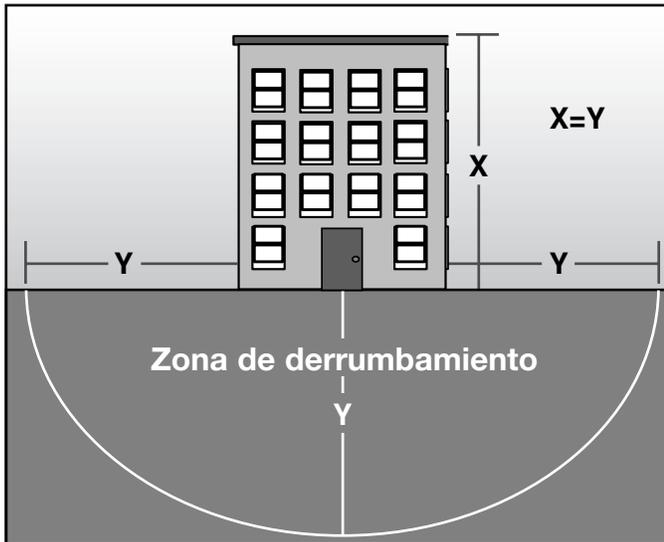


Figura 5.12 La zona de derrumbamiento tiene que ser igual a la altura del edificio.



Figura 5.13 Las estrellas ornamentales indican que un edificio está en un estado deteriorado.

paredes sobresalientes, grandes grietas en el exterior, ladrillos, bloques o morteros que han caído y derrumbamientos interiores. La planificación de prevención de incidentes ayuda a identificar los edificios que tienen muchas posibilidades de derrumbarse. Hay que prestar especial atención a los edificios viejos y mal mantenidos. La presencia de estrellas ornamentales o grandes pernos con arandelas en diversos intervalos en los muros exteriores indican que existen travesaños de refuerzo para mantener las paredes inestables en su sitio (véase la figura 5.13).

La intensidad del incendio también determina la colocación del vehículo. En incendios grandes con altas temperaturas, el vehículo debe colocarse lejos del edificio en llamas. Asimismo, hay que tener en cuenta el potencial de propagación del incendio. Si es muy probable que el incendio se propague y alcance los alrededores, el vehículo tiene que colocarse de modo que esté a salvo ante el avance del incendio.

Intente no aparcar bajo líneas eléctricas u otras líneas de servicio público, sobre todo si existe la remota posibilidad de que el incendio o las condiciones meteorológicas hagan caer las líneas.

Otro de los factores que hay que tener en cuenta a la hora de colocar el vehículo son los restos que pueden caer del edificio incendiado. Este factor cobra especial importancia en incendios en edificios altos. Es posible que caigan grandes trozos de cristal y otros escombros desde una pisos situados a gran altura por encima del nivel de la calle (véase la figura 5.14), lo que puede representar un peligro para el personal que trabaja en el vehículo y para el propio vehículo. En esas situaciones, el vehículo debe colocarse lejos de la zona donde caen los escombros, y todo el personal debe alejarse de dicha zona. Si no es posible cambiar de posición, cubra el vehículo con lonas o coberturas de salvamento para protegerlo de los escombros que puedan caer.

Posición de los vehículos con dispositivos elevadizos

En la mayoría de jurisdicciones, los autobombas llegan al lugar del incendio antes que los primeros vehículos con dispositivos elevadizos. Los conductores/operarios de autobombas no sólo tienen



Figura 5.14 Los incendios en edificios altos suelen provocar la caída peligrosa de numerosos escombros. *Gentileza del cuerpo de bomberos de la ciudad de Los Ángeles.*

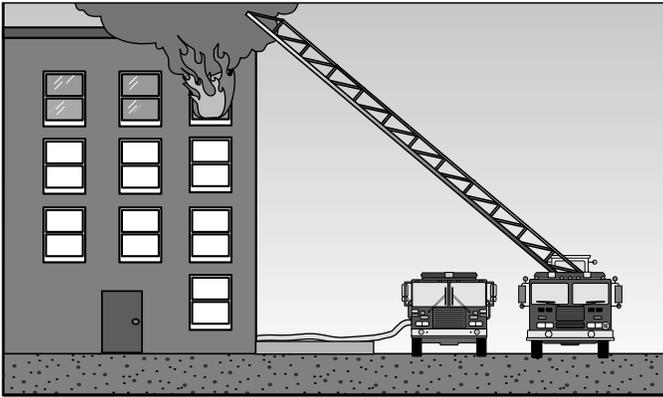


Figura 5.15 Si el edificio tiene 5 pisos o menos, el autobomba tiene que aparcarse en el lado de la calle más cercano al edificio y el vehículo con dispositivos elevadizos, en la parte más exterior.

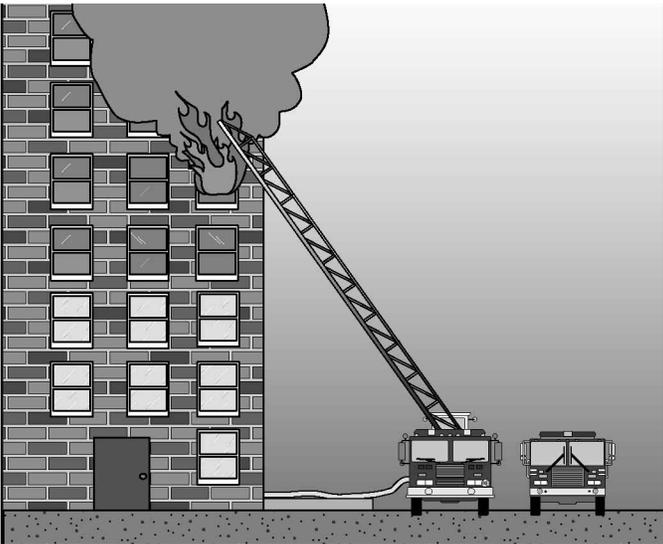


Figura 5.16 Si el edificio tiene más de cinco pisos, el vehículo con dispositivos elevadizos se tiene que aparcarse en la parte más cercana al edificio.



Figura 5.17 Es posible que los autobombas tengan que proporcionar agua a los vehículos con dispositivos elevadizos para sus chorros maestros elevados. *Gentileza de Harvey Eisner.*

que buscar una buena colocación táctica para su automóvil, sino que también tienen que recordar las necesidades de los vehículos con dispositivos elevadizos que pronto llegarán al lugar del incendio. El hecho de no



Figura 5.18 En algunos casos, puede utilizarse la bomba del vehículo para abastecer al chorro elevado. *Gentileza de Joel Woods.*



Figura 5.19 Conexión del cuerpo de bomberos.

encontrar una buena posición para los vehículos con dispositivos elevadizos puede tener consecuencias graves en el resultado final del incidente.

En muchas ocasiones, es mejor dejar al vehículo con dispositivos elevadizos la posición más óptima y colocar el autobomba un poco más lejos, ya que el dispositivo elevadizo tiene una longitud fija. Si el vehículo se aparca demasiado lejos del edificio, no hay nada que se pueda hacer para corregir la situación. La mayoría de autobombas disponen de más de 300 m (1.000 pies) de mangueras. Si se encuentran demasiado alejados para el alcance de las líneas de mangueras preconectadas, siempre podrán llegar a ellas con mangueras adicionales transportadas en el vehículo.

Con la finalidad de facilitar la colocación correcta tanto de los autobombas como de los vehículos con dispositivos elevadizos, algunos cuerpos optan por utilizar el método de "interior/exterior" para la colocación de los vehículos. Si el edificio tiene menos de 5 pisos de altura, el autobomba debe aparcarse en el lado de la calle más cercano al edificio y el vehículo con dispositivos elevadizos, en la parte más exterior (véase la figura 5.15). La razón de esta disposición

**Tabla 5.1 (sistema anglosajón)
Descarga máxima a diversas alturas**

Capacidad de la bomba (gpm)	Diámetro de la manguera de toma (pulgadas)	Volumen descargado (gpm)										
		Manguera de dos tramos (20 pies)						Manguera de 3 tramos (30 pies)				
		Pies de altura										
		4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
500	4	590	560	530	500	465	430	390	325	270	195	65
500	4,5	660	630	595	560	520	480	430	370	310	225	70
750	4,5	870	830	790	750	700	650	585	495	425	340	205
750	5	945	905	860	820	770	720	655	560	480	375	235
1.000	5	1.160	1.110	1.055	1.000	935	870	790	670	590	485	340
1.000	6	1.345	1.290	1.230	1.170	1.105	1.045	960	835	725	590	400
1.250	6	1.435	1.375	1.310	1.250	1.175	1.100	1.020	900	790	660	495
1.500	6	1.735	1.660	1.575	1.500	1.410	1.325	1.225	1.085	995	800	590
1.500	Doble 5	1.990	1.990	1.810	1.720	1.615	1.520	1.405	1.240	1.110	950	730
1.500	Doble 6	2.250	2.150	2.040	1.935	1.820	1.710	1.585	1.420	1.270	1.085	835

NOTA: prueba realizada con una presión neta de la bomba de 150 lb/pulg², a 1000 pies de altura, a 60°F de temperatura del agua y a 28,94 pulgadas de Hg de presión barométrica (condiciones meteorológicas adversas).

Las actuaciones a una presión neta de la bomba menor a 150 lb/pulg² provocan un aumento de la descarga; a presiones superiores, se reduce la descarga.

Estos datos se han calculado a partir de una bomba con una capacidad de descarga determinada al realizar una succión a una altura inferior a 10 pies. Muchos autobombas tendrán un rendimiento superior y, por tanto, descargarán mayores cantidades de las mostradas en las diferentes alturas.

Fuente: American Insurance Association

es que el edificio es lo suficientemente bajo como para ser alcanzado por el vehículo con dispositivos elevadizos, aunque tenga que pasar por encima del autobomba. Si el edificio tiene más de 5 pisos, el autobomba se coloca en el exterior y el vehículo con dispositivos elevadizos, en la parte más cercana al edificio (véase la figura 5.16). De este modo, se consigue que los vehículos con dispositivos elevadizos logren el máximo alcance. Los conductores de cada tipo de vehículo deben aprender dónde aparcar sus vehículos en función de la altura del edificio.

Los autobombas que proporcionen agua en actuaciones con chorros elevados deben colocarse lo más cerca posible del vehículo con dispositivos elevadizos (véase la figura 5.17). La pérdida de presión por fricción y por altura son dos factores importantes al trabajar con chorros elevados, por lo que los autobombas deben conocer estas pérdidas. Los autobombas equipados con sus propios dispositivos de chorros elevados tienen que colocarse del mismo modo que los vehículos de supresión de incendios (véase la figura 5.18).

Conexiones del cuerpo de bomberos

A diferencia de algunas de las situaciones descritas anteriormente, la colocación de autobombas para acoplarlos a las conexiones del cuerpo de bomberos de los sistemas de rociadores o de tuberías montantes es bastante sencilla (véase la figura 5.19). Por regla general,



Figura 5.20 El autobomba se conecta tanto a la fuente de abastecimiento de agua como a la conexión del cuerpo de bomberos.

los autobombas se colocarán lo más cerca posible del rociador o de la tubería montante. Esta ubicación debe establecerse durante las actividades de prevención de incidentes. Muchas jurisdicciones disponen de procedimientos de actuación normalizados que obligan al primer autobomba a dirigirse directamente a las conexiones del cuerpo de bomberos.

Casi siempre, cerca de dichas conexiones existe un hidrante. De ese modo, el autobomba puede conectarse tanto al hidrante como a las conexiones del cuerpo de bomberos con relativa facilidad (véase la figura 5.20). En

**Tabla 5.1 (sistema métrico)
Descarga máxima a diversas alturas**

Capacidad de la bomba (L/min)	Diámetro de la manguera de toma (mm)	Volumen descargado (L/min)										
		Manguera de dos tramos (6 m)					Manguera de 3 tramos (9 m)					
		Metros de altura										
		1,2	1,8	2,4	3	3,6	4,3	4,9	5,5	6,1	6,7	7,3
2.000	100	2.233	2.120	2.006	1.893	1.760	1.628	1.476	1.230	1.022	738	246
2.000	115	2.498	2.385	2.252	2.120	1.968	1.817	1.628	1.401	1.173	852	265
3.000	115	3.293	3.142	2.990	2.839	2.650	2.461	2.214	1.874	1.609	1.287	776
3.000	125	3.577	3.426	3.255	3.104	2.915	2.725	2.479	2.120	1.817	1.420	890
4.000	125	4.391	4.202	3.993	3.785	3.539	3.293	2.990	2.536	2.233	1.835	1.287
4.000	150	5.091	4.883	4.656	4.429	4.183	3.956	3.634	3.161	2.744	2.233	1.514
5.000	150	5.432	5.204	4.959	4.732	4.448	4.163	3.861	3.407	2.990	2.498	1.873
6.000	150	6.568	6.284	5.962	5.678	5.337	5.016	4.637	4.107	3.615	3.028	2.233
6.000	Doble 125	7.533	7.533	6.852	6.511	6.113	5.754	5.318	4.694	4.202	3.596	2.763
6.000	Doble 150	8.517	8.139	7.722	7.324	6.889	6.473	6.000	5.375	4.807	4.107	3.161

NOTA: prueba realizada con una presión neta de la bomba de 1.050 kPa, a 300 m de altura, a 15,6°C de temperatura del agua y a 735 mm de Hg de presión barométrica (condiciones meteorológicas adversas).

Las actuaciones a una presión neta de la bomba menor a 1.050 kPa provoca un aumento de la descarga; a presiones superiores, se reduce la descarga.

Estos datos se han calculado a partir de una bomba con una capacidad de descarga determinada al realizar una succión a una altura inferior a 3 m. Muchos autobombas tendrán un rendimiento superior y, por tanto, descargarán mayores cantidades de las mostradas en las diferentes alturas.

Fuente: American Insurance Association



Figura 5.21 A menudo, los autobombas tienen que proporcionar agua al lugar del incendio.



Figura 5.22 Intente utilizar un lugar para la succión al que se pueda llegar por un camino sólido y pavimentado.

muy pocas ocasiones, la ubicación del abastecimiento de agua obliga al autobomba a colocarse en la fuente. Eso ocurre cuando los autobombas de apoyo utilizan una fuente de succión. En casos extremos en los que no hay fuentes de abastecimiento de agua disponibles cerca del sistema de rociadores o de la conexión del cuerpo de bomberos, puede que sea necesario establecer una serie para proporcionar agua.

Existen situaciones en las que los autobombas conectados a rociadores o a tuberías montantes tienen que dejar prioridad a otros vehículos, como, por ejemplo, cuando la conexión que está utilizando el autobomba necesita un vehículo con dispositivos elevadizos. Como se ha explicado antes, los autobombas pueden trabajar a diversas distancias, pero la colocación de los vehículos con dispositivos elevadizos tiene que ser mucho más precisa. Si desea más información sobre cómo funciona el autobomba en instalaciones con rociadores y tuberías montantes, consulte el capítulo 8.

Autobombas de suministro de agua

No todos los autobombas se colocan directamente en el lugar del incendio y bombean las líneas de mangueras. En algunos casos, los autobombas se sitúan en una fuente de abastecimiento de agua lejana y bombean agua al vehículo que se encuentra en el lugar del incendio



Figura 5.23a Detenga el autobomba cerca del lugar donde se realizará la succión.



Figura 5.23b Conecte la manguera de toma a la bomba contraincendios mientras se encuentre en una superficie segura.



Figura 5.23c Una vez que la manguera de toma y el filtro estén conectados, se puede mover el vehículo con mucho cuidado para colocarlo en una buena posición de succión y se pueden meter la manguera y el filtro en el agua.

(véase la figura 5.21). Los siguientes apartados contienen consideraciones importantes para los autobombas que se sitúan en fuentes de abastecimiento de agua estáticas y presurizadas.

Actuaciones de succión

Las actuaciones de succión son necesarias cuando el autobomba recibe el agua de una fuente de abastecimiento estática como un estanque, un lago, un arroyo o una cisterna. Los autobombas que realizan una actuación de succión pueden abastecer de agua a los vehículos contraincendios directamente o pueden funcionar como autobombas fuente para las actuaciones de bombeo en serie o de transvase de agua. Esas actuaciones suelen realizarse en zonas rurales, pero también pueden llevarse a cabo en incidentes urbanos.

Los cuerpos de bomberos deben intentar localizar todos los puntos de succión en su distrito de respuesta y mantenerlos registrados para utilizarlos en un futuro. Esa información se puede recoger en un mapa o en libros de planos transportados en el vehículo o guardada en el centro de envío. La planificación de prevención de incidentes para instalaciones o zonas de respuesta específicas también puede contener este tipo de información. Es necesario dar preferencia a los puntos de succión a los que se puede acceder desde una superficie pavimentada y para los que hay que utilizar una manguera de absorción de la mínima longitud o la mínima altura de descarga (véase la figura 5.22). Si se minimiza la distancia de la altura de descarga, se mejora la capacidad de descarga, por lo que ésta debe ser una de las prioridades principales. En ningún caso deben excederse las alturas de descarga máximas de la tabla 5.1 si hay que utilizar la capacidad de la bomba completa. Los puentes, los embarcaderos y los muelles son los lugares más seguros para la extracción.

Vigile al succionar agua en ubicaciones se encuentran en superficies no pavimentadas. Dichas superficies pueden ser inestables y hacer que el vehículo quede

atascado. Del mismo modo, la orilla puede desprenderse y caer al agua, con lo que el vehículo podría volcar.

Si se quiere colocar una manguera de succión directamente en la fuente de agua estática, el autobomba tiene que detenerse antes de llegar a la fuente. Primero, conecte la manguera rígida de succión y el filtro al autobomba. A continuación, sitúe el autobomba en la posición final para llevar a cabo la succión (véanse las figuras 5.23 a-c). De ese modo, los bomberos no tienen que estar en superficies inseguras o en corrientes de agua al realizar las conexiones. Si se ata una cuerda al extremo del filtro antes de meterlo en el agua, se facilita el trabajo de los bomberos, ya que no tienen que entrar en el agua (véase la figura 5.24).

El filtro de la manguera rígida de succión no debe estar apoyado en el fondo de la fuente de agua durante la succión. La cuerda atada al filtro se puede atar al vehículo o a un objeto cercano para evitar que el filtro toque el fondo (véase la figura 5.25). Se pueden utilizar objetos flotantes, como neumáticos o cubos de plástico, para mantener el filtro a la profundidad adecuada. Asimismo, se puede apoyar la manguera de succión en una escala para evitar que toque el fondo (véase la figura 5.26). Algunos cuerpos de bomberos prefieren utilizar filtros flotantes que eliminan este problema (véase la figura 5.27).

Muchas jurisdicciones rurales establecen puntos de succión dentro de los límites de la jurisdicción y colocan hidrantes para fuentes de agua estática en estos puntos (véase la figura 5.28). Un hidrante para fuentes de agua estáticas es una conexión para la manguera de succión en la orilla de una fuente estática unida a una tubería equipada con un filtro que se sumerge en la fuente de abastecimiento de agua (véase la figura 5.29). Gracias a este tipo de hidrante, la manguera de succión del autobomba se puede conectar rápidamente a la fuente de abastecimiento cuando hay que realizar actuaciones de succión. Si desea información más detallada sobre el



Figura 5.24 La cuerda atada al extremo de la manguera de toma ayuda a colocar la manguera.

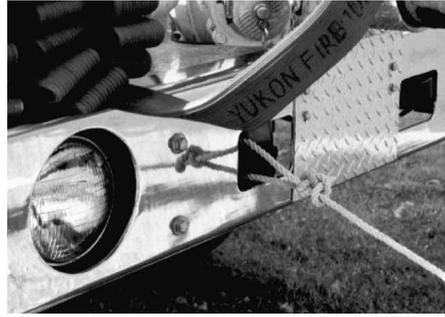


Figura 5.25 Ate la cuerda al vehículo o a otro objeto sólido.



Figura 5.26 En algunos casos, puede ser recomendable tender la manguera de toma sobre una escala.



Figura 5.27 Los filtros flotantes mantienen la manguera de toma cerca de la superficie del agua.



Figura 5.28 Las jurisdicciones que disponen de una fuente de agua estática suelen instalar hidrantes para fuentes de agua estática en lugares clave.

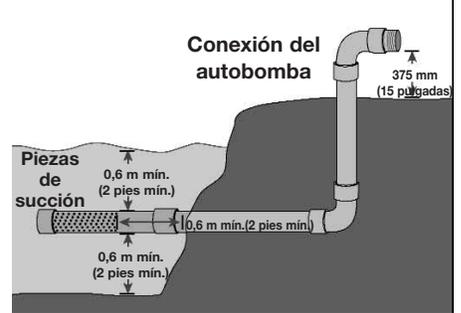


Figura 5.29 Diagrama de la instalación correcta de un hidrante para fuentes de agua estática.



Figura 5.30 Una válvula de compuerta colocada en la descarga de pequeño diámetro permite realizar otra conexión posterior sin tener que interrumpir el flujo de agua que pasa a través de la toma de gran diámetro.

funcionamiento de un autobomba en actuaciones de succión, consulte el capítulo 11 de este manual.

Actuaciones con hidrantes

En la mayoría de jurisdicciones, la fuente de abastecimiento de agua más común es el hidrante contraincendios. Existen diversos métodos para conectar un autobomba a un hidrante. Todos los métodos de conexión se explican en los siguientes apartados.

Tradicionalmente, se ha utilizado la manguera rígida de succión para conectar un autobomba a un hidrante. No obstante, los conductores/operarios tienen que recordar que las mangueras rígidas de succión están diseñadas para soportar la presión negativa provocada

por las actuaciones de succión, y que la mayoría **no** están diseñadas para ser utilizadas bajo presiones positivas. Se han producido muchos desperfectos en los coples de las mangueras de succión o en las propias mangueras al conectarlas a hidrantes. Por ello, **la IFSTA recomienda que no se conecte nunca una manguera rígida de succión a un hidrante.**

Muchas jurisdicciones disponen de PAN que obligan al conductor/operario a colocar válvulas de compuerta en las descargas de diámetro reducido del hidrante al hacer una conexión con la descarga de gran diámetro (véase la figura 5.30). Con este método, se pueden conectar posteriormente mangueras adicionales al hidrante sin que haya que detener el funcionamiento del mismo.

Conexiones con mangueras de toma de gran diámetro. El tipo de manguera ideal para conectarla a un hidrante contraincendios es una manguera de toma de gran diámetro, a veces denominada manguera blanda o manguera blanda de succión (en realidad, esta última denominación es incorrecta). Los tramos de la manguera de toma suelen medir de 3 a 15 m (de 10 a 50 pies) de largo. Para colocar correctamente el vehículo, el conductor/operario tiene que conocer la longitud de la manguera de toma de su vehículo. Asimismo, con práctica, el conductor/operario debe ser capaz de calcular la distancia correcta a la que debe colocarse del



Figura 5.31 Las ruedas delanteras del vehículo tienen que formar un ángulo de 45° como mínimo al colocarse cerca de un hidrante.



Figura 5.32 Detenga el vehículo de modo que la toma quede colocada a unos cuantos metros (pies) del hidrante.

hidrante. Dicha distancia se calcula desde el hidrante, y no desde el bordillo de la acera, ya que la mayoría de hidrantes están colocados a distancias diferentes del bordillo de la acera. Otro factor que influye en la regulación es si la salida del hidrante apunta hacia la calle o está en paralelo con el bordillo de la acera. Si las ruedas delanteras del vehículo están giradas formando un ángulo de 45 grados, el conductor/operario puede ajustar la distancia acercándose al hidrante o alejándose de éste moviendo la unidad hacia atrás o hacia adelante (véase la figura 5.31).

Conexiones de toma laterales. El conductor/operario debe detener el autobomba con la toma de la bomba unos cuantos metros (pies) antes de ponerse en línea con la salida del hidrante (véase la figura 5.32). Si se detiene cerca del hidrante, la manguera apenas tendrá que doblarse, con lo que se evitarán los pliegues que reducen drásticamente el flujo.

Un buen método para disminuir los pliegues en las mangueras blandas es hacer dos giros completos en la manguera al hacer la conexión entre el hidrante y el



Figura 5.33 A menos que se utilicen coples Storz, se deben hacer dos giros completos en la manguera.



Figura 5.34 Detenga el vehículo de modo que la toma delantera quede colocada a unos cuantos metros (pies) del hidrante.

autobomba (véase la figura 5.33). Dichos giros evitan la formación de pliegues y no afectan a la cantidad de flujo que puede fluir por la manguera. Es necesario tener práctica con la manguera para poder hacer giros con facilidad y determinar cuántos son necesarios para evitar pliegues. No se deben hacer giros si uno o los dos extremos de la manguera están equipados con coples Storz, ya que podrían hacer saltar las conexiones de los coples cuando la manguera esté cargada.

Conexiones de toma delanteras y traseras. Las precauciones que hay que tomar al colocar los autobombas con tomas de la bomba delanteras son similares a las de los que tienen tomas traseras. El conductor/operario debe detener el autobomba unos cuantos metros (pies) antes o unos cuantos metros (pies) después del hidrante para permitir que la manguera gire (véase la figura 5.34). Sólo mediante la práctica se puede aprender a colocar el autobomba correctamente para realizar las conexiones de toma de la manguera. Al utilizar conexiones de toma delanteras o traseras, el vehículo debe colocarse formando un ángulo de 45 grados o mayor con el hidrante (véase la figura



Figura 5.35 Para utilizar la toma delantera, el vehículo tiene que colocarse formando un ángulo de 45°.



Figura 5.36 En algunos casos, el autobomba puede utilizar líneas de mangueras de diámetro mediano para conectarse al hidrante contraincendios.

5.35). No obstante, al realizar esta maniobra, asegúrese de que no bloquea toda la calle, para no cerrar el paso a otros vehículos que tengan que acceder al lugar de la emergencia.

Conexión a las salidas del hidrante de 65 mm (2,5 pulgadas). Cuando no es necesario alcanzar el flujo máximo del hidrante, o cuando no se dispone de una manguera de toma de gran diámetro, se puede hacer la conexión al hidrante con una o dos salidas de 65 mm (2,5 pulgadas). Para ello, hay que conectar tramos de manguera de 65 ó 77 mm (2,5 ó 3 pulgadas) a la bomba (véase la figura 5.36). Este tipo de actuación es la más sencilla. La manguera de menor diámetro tiende a ser más larga que la manguera de toma y permite una mayor flexibilidad con respecto a la ubicación del autobomba. Asimismo, su reducido peso permite que pueda manipularla una sola persona. Esta facilidad de manejo reduce el tiempo de la maniobra, con lo que es posible conectar el autobomba y empezar a bombear agua con la mínima pérdida de tiempo.



Figura 5.37 Los pliegues en la línea de mangueras pueden reducir drásticamente el flujo que entra en la bomba contraincendios.



Figura 5.38 Las mangueras de abastecimiento de diámetro mediano suelen estar conectadas a las tomas conmutadas de 65 mm (2,5 pulgadas).

El principal inconveniente de conectarse a la salida de 65 mm (2,5 pulgadas) es que limita la cantidad de agua que se puede bombear. Esta limitación puede convertirse en un problema si la necesidad de agua aumenta en el transcurso del incidente (por ejemplo, si el incendio se propaga). Este abastecimiento de agua limitado se debe principalmente a la gran cantidad de pérdida de presión por fricción que se produce en las líneas de mangueras pequeñas. Dicha pérdida puede reducirse utilizando líneas de mangueras de 77 mm (3 pulgadas) en lugar de líneas de 65 mm (2,5 pulgadas). Un pliegue en la línea de mangueras también puede reducir considerablemente el flujo máximo (véase la figura 5.37). Quitar los pliegues es uno de los métodos más sencillos para asegurar el máximo flujo posible.

Las tomas de la bomba a las que se conectan las líneas de mangueras también son fundamentales en términos de pérdida de presión por fricción. Las conexiones de toma conmutadas de 65 mm (2,5 pulgadas) con el



Figura 5.39 Algunos vehículos disponen de una siamesa conectada a la toma grande de la bomba.



Figura 5.40 Se puede conseguir el máximo nivel de abastecimiento de agua conectando múltiples líneas de mangueras entre el hidrante y la bomba contraincendios.

autobomba limitan drásticamente el flujo total (véase la figura 5.38). El flujo máximo que puede pasar a través de una de esas tomas de 65 mm (2,5 pulgadas) depende de cómo estén tendidas las tuberías. En general, la capacidad media es de 946 L/min (250 galones minuto). Una mejor disposición es llevar las líneas de 65 ó 77 mm (2,5 ó 3 pulgadas) a la bomba a través de la conexión de toma grande (véase la figura 5.39). Esta conexión se puede realizar con un cople reductor o una siamesa de succión que permite conectar más de una manguera de 65 ó 77 mm (2,5 ó 3 pulgadas).

Conexiones de toma múltiples. En algunas ocasiones, el autobomba utilizará tanto líneas de mangueras de toma de gran diámetro (generalmente denominadas *conexión de vapor*) como líneas de mangueras más pequeñas desde un hidrante potente. En esos casos, la posición del autobomba dependerá de los requisitos de la manguera blanda, ya que es la más corta y la que tiene más capacidad (véase la figura 5.40). La decisión de



Figura 5.41 El primer autobomba se conecta al hidrante y empieza a descargar agua. Nota: en las fotos de esta secuencia se utiliza una manguera rígida de toma para realizar esta tarea. Las mangueras rígidas de toma sólo deben utilizarse con presiones positivas.

añadir líneas adicionales más pequeñas es un motivo por el que muchas jurisdicciones obligan al conductor/operario a colocar válvulas de compuerta en las conexiones del hidrante de 65 mm (2,5 pulgadas), como ya se ha especificado antes.

Actuaciones de bombeo doble

Con el bombeo doble (a veces denominado erróneamente bombeo en tándem; véase el apartado siguiente), se puede utilizar un hidrante potente para abastecer a dos autobombas. Este tipo de actuación tiene diversas ventajas: se consigue una mejor utilización del agua disponible y permite realizar tendidos de mangueras más cortos (especialmente si el hidrante se encuentra cerca del incendio). Las líneas de mangueras adicionales se pueden poner en funcionamiento con mayor rapidez y los vehículos se pueden agrupar, con lo que se mejora la coordinación. El método para efectuar conexiones de bombeo doble es el siguiente:

- Paso 1. El autobomba 1 se conecta a la conexión de vapor del hidrante mediante una manguera de toma de gran tamaño. A continuación, este autobomba bombea agua a través de sus líneas hacia el incendio (véase la figura 5.41).
- Paso 2. El autobomba 2 coloca su toma frente a la toma del el autobomba 1. El hidrante se cierra hasta que el indicador de toma del autobomba 1 da una lectura de 0 (35 kPa aprox. [5 lb/pulg²]). Será necesario ajustar la válvula de mariposa del autobomba 1. De ese modo, se igualan los volúmenes de descarga y de toma, y así puede quitarse la tapa de la toma que no se está utilizando (véase la figura 5.42). (NOTA: si el autobomba 1 está equipado con un cierre o con una válvula de compuerta en la toma que no se utiliza, no es necesario cerrar el hidrante.)



Figura 5.42 El segundo autobomba se puede conectar entonces a la toma mayor del primer autobomba. El proceso se agiliza con una válvula en esa toma.



Figura 5.43 Si el primer autobomba no dispone de una válvula en la toma de gran tamaño, hay que abrir por completo el hidrante después de que el segundo autobomba se conecte al primero.

- Paso 3. El autobomba 2 está conectado a la toma g grande del autobomba 1 que no se utiliza con una manguera de toma.
- Paso 4. El hidrante se abre completamente (véase la figura 5.43).
- Paso 5. El autobomba 2 bombea agua a través de sus líneas hacia el incendio. Se abastece del agua que no utiliza el autobomba 1 y que pasa a través de éste (véase la figura 5.44).

Actuaciones de bombeo en tándem

Se puede recurrir a las actuaciones de bombeo en tándem cuando se necesitan presiones superiores a las que puede proporcionar un único autobomba. Eso suele suceder cuando el autobomba intenta abastecer a



Figura 5.44 Los dos autobombas reciben agua del mismo hidrante.



Figura 5.45 El bombeo en tándem es, en realidad, una variante a pequeña escala del bombeo en serie.

sistemas de rociadores y tuberías montantes que se encuentran a gran altura o a tendidos largos de mangueras. Las actuaciones de bombeo en tándem también se utilizan cuando el autobomba de ataque se encuentra a poca distancia del hidrante. El segundo autobomba se coloca directamente en el hidrante para abastecer a las líneas de la unidad de ataque (véase la figura 5.45). Es importante tomar precauciones al abastecer líneas de mangueras con el bombeo en tándem, ya que es posible que la presión resultante sea superior a la que la manguera puede aguantar. La presión proporcionada a la manguera no debe exceder la presión que se aplica a la manguera en las pruebas anuales del cuerpo. Si desea más información sobre las presiones de las pruebas recomendadas para el tipo de manguera utilizado por su cuerpo de bomberos, consulte la NFPA 1962, *Standard for the Care, Use, and Service Testing of Fire Hose Including Couplings and Nozzles* (Norma sobre el cuidado, la utilización y las pruebas de verificación de funcionamiento de mangueras contraincendios, junto con coples y boquillas). Los cuerpos que llevan a cabo actuaciones de bombeo en tándem rutinariamente pueden tener mangueras diseñadas especialmente con este fin.

Para realizar el bombeo en tándem, los dos autobombas se colocan básicamente igual que en el



Figura 5.46 Las actuaciones de bombeo en movimiento son habituales en los incendios forestales. *Gentileza de la Fire Training Officers Association, condado de Monterey, California (EE.UU.)*

bombeo doble. En el caso del bombeo doble, los autobombas están conectados toma con toma; en el bombeo en tándem, el autobomba conectado directamente a la fuente de abastecimiento de agua bombea agua a través de su(s) salida(s) de descarga a la(s) toma(s) del segundo autobomba. Este método permite que el segundo autobomba descargue agua a una presión muy superior a la que puede alcanzar un solo autobomba. Las presiones superiores se consiguen porque los autobombas están actuando en serie.

Posición de los vehículos contra incendios forestales

Los vehículos contra incendios forestales se encuentran en situaciones únicas con respecto a los requisitos de colocación en el lugar del incendio. A causa de la naturaleza cambiante de los incendios forestales, los vehículos contra incendios forestales raras veces permanecen en un solo lugar en el transcurso del incidente. Estos vehículos pueden cambiar de posición muchas veces durante un incidente. En muchos casos, atacan el incendio en movimiento (véase la figura 5.46). A causa de estos factores, las pautas para la colocación de los vehículos contra incendios forestales son quizás un poco más flexibles que las de los vehículos contra incendios estructurales. Las dos funciones más habituales de los vehículos contra incendios forestales son proporcionar protección estructural y realizar un ataque al incendio. En los siguientes apartados se resaltan algunas de las consideraciones más importantes para estas dos funciones.



Figura 5.47 Las estructuras que están rodeadas por vegetación abundante suponen un peligro porque pueden prenderse.



Figura 5.48 Dé marcha atrás con el vehículo en caminos estrechos por si acaso es necesario efectuar una retirada rápida.

Protección estructural

La prioridad número uno de la mayoría de actuaciones contra incendios forestales es la protección de estructuras que están expuestas al incendio. La frontera entre el desarrollo forestal y estructural suele denominarse *interfaz forestal/urbana*. Los incendios en la interfaz forestal/urbana se encuentran entre los que presentan un mayor desafío para los bomberos.

En numerosas ocasiones, las estructuras amenazadas por un incendio forestal no se encuentran en calles anchas y pavimentadas, sino que suelen estar al final de carriles largos y estrechos que derivan de carreteras rurales. Asimismo, suelen estar rodeados de vegetación seca e inflamable (véase la figura 5.47). A pesar de que en condiciones normales puede resultar fácil entrar y salir de la ubicación de una estructura, puede ser mucho más difícil si el carril está completamente cubierto de humo. Por motivos de seguridad, los autobombas deben conducirse marcha atrás desde la última intersección y los pasajeros tienen que fijarse en las marcas de la carretera (véase la figura 5.48).



Figura 5.49 El vehículo se puede aparcar en diversas posiciones para atacar un incendio forestal.

Cuando el vehículo llega a la estructura que hay que proteger, debe colocarse de modo que sea posible trabajar de forma segura y práctica. Para ello, se puede seguir el siguiente procedimiento:

- Aparque fuera de la carretera para no bloquear el paso a otros vehículos contraincendios o a otros vehículos que estén evacuando el lugar.
- Arranque plantas, si es necesario, para no aparcar sobre vegetación inflamable.
- Aparque en el lado de sotavento de la estructura para minimizar la exposición al calor y a las brasas ardiendo.
- Aparque cerca (pero no demasiado cerca) de la estructura, de modo que el tendido de líneas de mangueras pueda ser corto.
- Mantenga cerradas las puertas de la cabina y las ventanas subidas para proteger el interior de los vehículos contra los materiales en combustión.
- Coloque el sistema de aire acondicionado del vehículo (si éste dispone de uno) en la posición de recirculación para que el humo del exterior no se introduzca en el vehículo.
- No aparque cerca o debajo de peligros como los siguientes:
 - Líneas eléctricas
 - Árboles o tocones
 - Depósitos de gas licuado de petróleo (GLP) u otros depósitos a presión
 - Estructuras que pueden arder

Cómo efectuar el ataque al incendio

Los vehículos diseñados para atacar incendios forestales deben trabajar desde múltiples posiciones durante el transcurso de un ataque (véase la figura 5.49). El conductor/operario tiene que controlar en todo momento la ubicación y la dirección del incendio, de modo que el vehículo y sus ocupantes no se encuentren



Figura 5.50 Un escolta debe caminar delante del vehículo que circule entre mucho humo.

nunca en una posición peligrosa. Como el vehículo suele trabajar cerca del incendio, la visión del conductor/operario suele quedar obstruida por el humo. Los arbustos elevados y la vegetación densa también tienden a limitar la habilidad del conductor/operario para ver claramente la superficie en la que está trabajando. Por esos motivos, hay que tomar precauciones especiales para garantizar la seguridad del vehículo y de sus ocupantes.

Cuando el vehículo trabaja en condiciones de visibilidad reducida a causa del humo o de la oscuridad, se debe conducir a una velocidad menor. Puede ser necesario que un escolta camine delante del vehículo para ayudar a localizar y evitar obstáculos como leños, tocones, rocas, ramas que cuelgan a baja altura, zanjas y barrancos (véase la figura 5.50). Los escoltas deben estar equipados con linternas, llevar ropa visible y mantenerse dentro del campo de visión del conductor en todo momento.

Cuando el vehículo está en posición estacionaria, como cuando realiza actuaciones de bombeo por succión, debe colocarse de modo que consiga la máxima protección contra el calor y las llamas. Asimismo, se pueden utilizar cortafuegos naturales o contruados por el hombre, como riachuelos o carreteras. A la hora de determinar la colocación del vehículo, los conductores/operarios deben tener en cuenta los posibles peligros, como los árboles que caen, las rocas que ruedan, la disminución del aire entrante y las líneas de control del equipo pesado de los edificios. Debe tenderse y cargarse una línea de 38 ó 45 mm (1,5 ó 1,75 pulgadas) para proteger el vehículo (véase la figura 5.51).



Figura 5.51 Es necesario tender una línea de mano para proteger el vehículo.



Figura 5.52 Uno de los inconvenientes de las actuaciones realizadas en zonas no pavimentadas es la posibilidad de quedar atascado en suelo blando. *Gentileza del National Interagency Fire Center (Centro nacional formado por diversas organizaciones contraincendios de EE.UU.).*

Si el vehículo está aparcado, las ruedas tienen que estar siempre bloqueadas. El vehículo debe aparcarse de cara a la dirección de salida.

Las pendientes pronunciadas y los terrenos inestables pueden hacer que el vehículo resbale o vuelque, especialmente si tiene un centro de gravedad relativamente elevado. Incluso en terreno nivelado, el vehículo puede quedar atascado en terreno blando, arena o barro, con lo que sería vulnerable ante un posible avance del incendio (véase la figura 5.52). No cruce un puente con el vehículo a menos que sepa que puede aguantar el peso del vehículo (véase la figura 5.53). No intente vadear riachuelos con vehículos que no estén diseñados para ello.

Si se conduce el vehículo contraincendios por el arcén de la capa de balasto de las vías de tren, se pueden producir daños en los neumáticos a causa de las piedras toscas y angulares que la forman (véase la figura 5.54). Además, esas piedras tienen poca adherencia, por lo que puede existir el riesgo de que los vehículos resbalen o rueden si se desplazan por un tramo con pendientes pronunciadas. Asimismo, ésta puede ser una posición vulnerable y peligrosa a menos que se detenga el tráfico de trenes.



Figura 5.53 Respete las limitaciones de peso a la hora de cruzar cualquier puente.

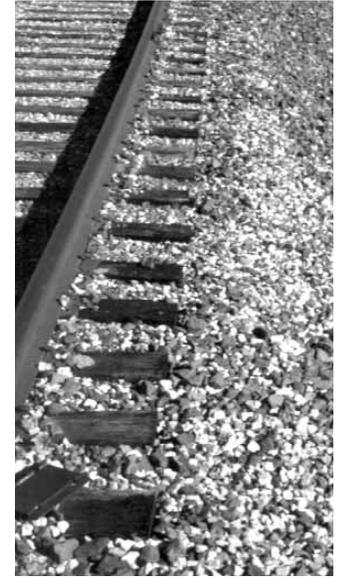


Figura 5.54 La capa de balasto de las vías de tren contiene piedras toscas y otros elementos que hacen que la conducción sea inestable.



Figura 5.55 Intente que la longitud de la manguera en las actuaciones de bombeo en movimiento sea la menor posible.

Si el vehículo se utiliza en un ataque móvil, las líneas de mangueras deben ser lo más cortas posible (véase la figura 5.55). De este modo, se mantiene el vehículo en movimiento, ya que es menos probable que las líneas más cortas se enreden en toscos u otros objetos y son más fáciles de desenredar en caso de que se queden enganchadas. Excepto al trabajar en la zona quemada, es necesario reservar una pequeña parte de agua de la cisterna para proteger al vehículo y a sus ocupantes. Al avanzar a lo largo del límite del incendio, el personal debe asegurarse de que está totalmente extinguido. Para ello, los autobombas pueden trabajar en tándem o un solo autobomba puede trabajar con un personal de mano. El segundo autobomba o el personal de mano limpia y controla la línea del incendio, asegurando que se extinga todo el incendio (véase la figura 5.56).

La experiencia en la utilización de autobombas en el entorno forestal ha permitido desarrollar algunos

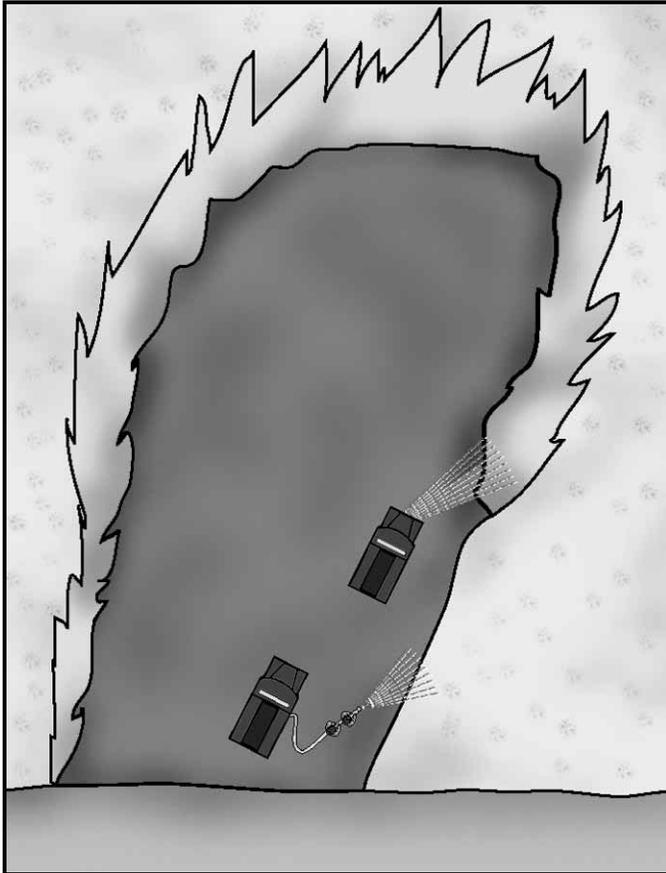


Figura 5.56 Los ataques en tándem son un método efectivo para controlar incendios forestales.



Figura 5.57 Los vehículos que circulan por entre el humo deben llevar siempre las luces encendidas. *Gentileza del National Interagency Fire Center (Centro nacional formado por diversas organizaciones contraincendios de EE.UU.).*

procedimientos básicos de seguridad. Estos procedimientos generales son los siguientes:

- Los autobombas deben aparcarse en una zona segura y no dejarse desatendidos en los incendios.



Figura 5.58 Es más seguro trabajar en la zona quemada (zona negra).

- La comunicación y la coordinación eficaz con el resto de la organización en el lugar del incendio es fundamental para la seguridad y la eficacia de las actuaciones con autobombas.
- Las luces de largo alcance deben estar encendidas siempre que el autobomba esté en marcha (véase la figura 5.57).
- Hay que dar marcha atrás con los autobombas en carreteras de un sentido y en los caminos que conducen a estructuras, de modo que el vehículo quede de cara a la ruta de escape.
- Hay que mantener subidas todas las ventanas para que las brasas ardientes no entren en la cabina del vehículo.
- El autobomba y el personal tienen que retirarse a los flancos en lugar de intentar un ataque frontal si el incendio se propaga rápidamente hacia la parte superior de la pendiente.
- La posición del autobomba debe maximizar la protección ante el calor y las llamas. Hay que tener presentes los peligros como líneas eléctricas aéreas, grandes acumulaciones de combustible, y la disminución del aire entrante. Aproveche los huecos naturales como carreteras y huertos. Proteja el vehículo con líneas de 25 ó 38 mm (1 ó 1,5 pulgadas).
- No debe conducir el vehículo sobre combustibles no quemados de mayor altura que el autobomba o sin un escolta. Los tocrones y los leños escondidos u otros peligros pueden dañar al vehículo. Los escoltas también son necesarios en la conducción nocturna cuando el terreno no es visible.
- El personal tiene que trabajar en la zona donde el combustible ya se ha quemado siempre que sea posible (véase la figura 5.58). Los vehículos que



Figura 5.59 Las compañías de rescate pueden desempeñar diversas funciones en el lugar del incendio. *Gentileza de Ron Jeffers.*

ataquen desde un lugar que no ha ardido tienen que dejar suficiente distancia de separación hasta la línea del incendio para que la pérdida de agua y las averías mecánicas no sean un problema.

- El personal tiene que conocer el estado del incendio. Mueva el vehículo y colóquelo teniendo siempre en cuenta el estado del incendio.
- Es preciso tener en cuenta la colocación del personal al mover el vehículo. No conduzca el vehículo a través de zonas en las que haya humo donde pueda haber personal trabajando. Si es necesario conducir a través del humo, haga sonar la bocina o la sirena de forma intermitente, utilice las luces de emergencia y las de largo alcance y reduzca la velocidad.

Si desea más información acerca de cómo maniobrar con el vehículo en incendios forestales, consulte el manual de la IFSTA *Fundamentals of Wildland Fire Fighting* (Fundamentos de la lucha contra incendios forestales).



Figura 5.60 Las compañías de rescate suelen utilizarse para iluminar las actuaciones nocturnas. Este vehículo de rescate está equipado con luces en el extremo de la grúa hidráulica para proporcionar iluminación elevada. *Gentileza de Joel Woods.*

Colocación de los vehículos de apoyo

En el lugar del incendio, pueden encontrarse diversos vehículos además de los autobombas dependiendo de los recursos disponibles en cada jurisdicción. Como ya se ha dicho antes, los vehículos con dispositivos elevadizos son muy habituales en muchas jurisdicciones. Si desea información sobre la colocación de los vehículos con dispositivos elevadizos en el lugar del incendio, consulte el manual de la IFSTA *Fire Department Aerial Apparatus* (Manual del vehículo con dispositivos elevadizos del cuerpo de bomberos). Además de los autobombas y de los vehículos con dispositivos elevadizos, en el lugar del incendio se pueden encontrar los siguientes tipos de vehículos:

- Vehículos de rescate
- Vehículos de mando
- Vehículos de abastecimiento de aire para los aparatos de respiración
- Vehículos de los servicios médicos de urgencia

Vehículos de rescate

En muchas jurisdicciones, se envían compañías de rescate a los incidentes provocados por incendios (véase la figura 5.59). El personal asignado a estas compañías suele utilizarse como personal adicional en el lugar del incendio o para desempeñar funciones de la compañía



Figura 5.61a Algunos jefes de incidente trabajan fuera de sus respectivos vehículos de respuesta. *Gentileza de Ron Jeffers.*



Figura 5.61b Algunas jurisdicciones utilizan vehículos pequeños de puesto de mando para las actuaciones de gran envergadura.



Figura 5.61c Vehículo grande de puesto de mando.

del vehículo-escala en caso de que no se disponga de un vehículo con dispositivos elevadizos. Gran parte del equipo transportado en los vehículos de rescate es parecido al que transportan los vehículos con dispositivos elevadizos. Además, los vehículos de rescate pueden estar equipados con generadores eléctricos grandes y capacidades de iluminación que los hacen muy útiles durante las actuaciones nocturnas (véase la figura 5.60). Algunos vehículos de rescate también están equipados para poder rellenar los cilindros de los aparatos de respiración autónoma.

Por regla general, la colocación de los vehículos de rescate no es tan esencial como la de los autobombas y la de los vehículos con dispositivos aéreos. Los vehículos de rescate deben aparcarse lo más cerca posible del lugar del incendio, sin bloquear el acceso a otros vehículos. Del mismo modo, estos vehículos deben disponer de una ruta de salida del lugar del incendio en caso de que se requiera su presencia en un segundo incidente que se produzca en el transcurso de las actuaciones del primer incidente. Esta condición es especialmente importante en pequeñas comunidades donde sólo se dispone de un vehículo de rescate para toda la jurisdicción. Si el vehículo de rescate va a utilizarse para iluminar el lugar del incendio o para rellenar los cilindros del aparato de respiración autónoma, debe aparcarse estratégicamente para dichos fines.

Vehículos de mando

La mayoría de cuerpos de bomberos tienen oficiales que conducen y utilizan un tipo de vehículos del personal de mando. Existe una gran variedad de vehículos de mando, desde sedán de pasajeros hasta grandes vehículos de puesto de mando (véanse las figuras 5.61 a-c). Los oficiales voluntarios suelen utilizar sus propios vehículos como vehículos de mando. La elección de la posición adecuada para el vehículo de mando es esencial desde el punto de vista de la gestión del incidente. La ubicación tiene que ser, por lógica, visible para todos los equipos de respuesta que trabajen en el lugar del incendio. Lo ideal es que el vehículo de



Figura 5.62 Desde el puesto de mando se tienen que ver dos lados del incidente siempre que sea posible. *Gentileza de Bill Tompkins.*

mando se coloque en la esquina de un edificio, de modo que el jefe de incidente pueda observar dos lados del edificio (véase la figura 5.62). Las entradas a garajes, los aparcamientos, los jardines y las travesías son buenas ubicaciones para los vehículos de mando.

Las pautas generales para colocar los vehículos de mando son las siguientes:

- Proporcione la máxima visibilidad del incidente (intente tener una visión clara de ambos lados).
- Proporcione la máxima visibilidad de la zona que rodea el incidente.
- Coloque el vehículo en una posición fácil de localizar para otros miembros de los equipos de respuesta que trabajen en el lugar del incendio.
- Colóquese fuera de la zona inmediata de peligro.
- No bloquee la capacidad de maniobra de otros vehículos contraincendios ni interfiera con las actuaciones del incidente.
- Encienda algún tipo de luz o coloque alguna señal que identifique claramente el vehículo como el puesto de mando. El método de identificación varía dependiendo de la jurisdicción. La señalización del puesto de mando más utilizada son banderines,



Figura 5.63a El puesto de mando puede indicarse con una señal sencilla.



Figura 5.63b Este puesto de mando está indicado con una señal portátil.



Figura 5.63c Algunas jurisdicciones señalizan el puesto de mando con una luz verde intermitente.

banderas, conos, señales, pancartas o luces verdes intermitentes (véanse las figuras 5.63 a-c).

Vehículos de abastecimiento de aire

Las actuaciones de lucha contraincendios y con materiales peligrosos que se prolongan durante mucho



Figura 5.64 Los vehículos de abastecimiento de aire se envían a incidentes en los que es necesario utilizar y rellenar muchos cilindros de aire de los aparatos de respiración autónoma.

tiempo obligan a los bomberos a gastar una gran cantidad de cilindros del aparato de respiración autónoma en el transcurso del incidente. Son pocos los cuerpos de bomberos que transportan suficientes cilindros de repuesto en los vehículos contraincendios que se encuentran en primera línea de ataque para reponerlos en actuaciones prolongadas. Por ese motivo, es necesario enviar vehículos especiales al lugar del incendio cuya función sea rellenar los cilindros vacíos del aparato de respiración autónoma (véase la figura 5.64). El equipo utilizado para rellenar los cilindros del aparato de respiración autónoma en el lugar del incendio es de dos tipos: sistemas de cascada y compresores de aire.

Los *sistemas de cascada* son grandes cilindros de aire que están conectados en estantes. Estos sistemas instalados en los vehículos suelen ser estantes que albergan entre 4 y 12 cilindros grandes (véase la

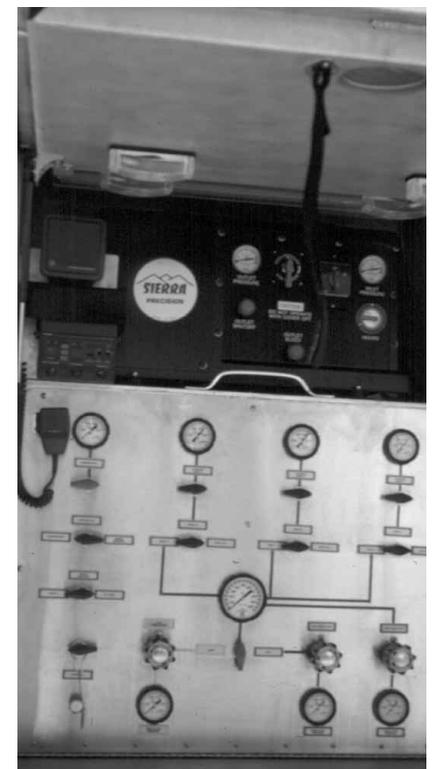


Figura 5.65 Los sistemas de cascada pueden utilizarse para rellenar los cilindros de aire cuando no se dispone de un compresor de aire.

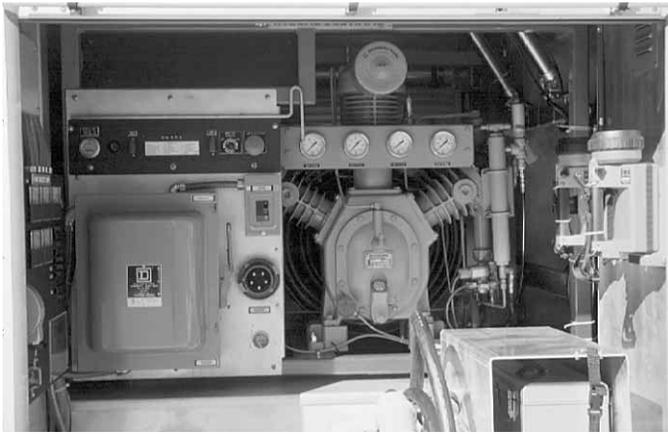


Figura 5.66 Algunos vehículos de abastecimiento de aire están equipados con compresores de aire.

figura 5.65). Los sistemas de cascada permiten que el aire se transfiera de los cilindros grandes a los cilindros más pequeños de los aparatos de respiración autónoma. Se pueden utilizar durante un período limitado, tras el cual también deben rellenarse. Dicho período depende de la cantidad y el tamaño de los cilindros del sistema.

Los *compresores de aire* son accesorios que funcionan con un motor que les permite absorber aire atmosférico, purificarlo y comprimirlo (véase la figura 5.66). Estos compresores pueden rellenar los cilindros del aparato de respiración autónoma siempre que el motor esté en marcha.

Las jurisdicciones más pequeñas transportan sistemas de cascada o compresores de aire en los vehículos de rescate y, en algunos casos, incluso en los vehículos con dispositivos elevadizos. Las jurisdicciones más grandes disponen de vehículos especiales que se dedican estrictamente a rellenar y sustituir los cilindros del aparato de respiración autónoma. Estos vehículos de abastecimiento de aire pueden transportar grandes cantidades de cilindros de repuesto, así como el equipo necesario para rellenar los cilindros agotados. Asimismo, pueden estar equipados con grandes sistemas de cascada, compresores de aire o ambos. También pueden disponer de carretes para mangueras que permiten que los cilindros se rellenen desde un lugar alejado, como, por ejemplo, en el interior de un edificio grande o en los pisos superiores de una estructura de gran altura.

La colocación de los vehículos de abastecimiento de aire es bastante similar a la de los vehículos de rescate. Los vehículos deben estar lo suficientemente cerca del lugar del incendio para que los bomberos no tengan que transportar los cilindros del aparato de respiración autónoma desde una gran distancia (véase la figura 5.67). Los vehículos no tienen que bloquear el acceso a otros vehículos. Si se va a utilizar un carrete para mangueras

para rellenar los cilindros a distancia, el vehículo tiene que colocarse de modo que la manguera pueda tenderse de modo adecuado. Recuerde que los vehículos que utilizan compresores de aire para rellenar los cilindros del aparato de respiración autónoma deben aparcarse en el lado de barlovento con respecto al incendio y en una zona con aire fresco.

Los compresores de aire disponen de sensores en el filtro (dispositivos de bloqueo) que lo cierran si el aire entrante está contaminado.

Algunas jurisdicciones han establecido PAN especiales para determinar la colocación de los vehículos de abastecimiento de aire. Dichos PAN pueden establecer que el vehículo se coloque cerca del puesto de mando o en la zona de rehabilitación para los bomberos. Los conductores/operarios debe conocer los PAN de su cuerpo para que coloquen el vehículo según las directrices establecidas en éstos.

Vehículos de los servicios médicos de urgencia

Los vehículos de los servicios médicos de urgencia suelen responder a incendios y a incidentes con materiales peligrosos, y su función es tratar y transportar a los civiles heridos y mantenerse en posición de espera en caso de que algún miembro del equipo de respuesta necesite asistencia médica. En algunas jurisdicciones, esta práctica es habitual desde hace muchos años. En cambio, en otras, se ha convertido en una práctica normalizada desde la adopción de la NFPA 1500, *Standard on Fire Department Occupational Safety and Health Program* (Norma de seguridad ocupacional y programa sanitario de los cuerpos de bomberos), en la que esta práctica está contemplada como un requisito para las actuaciones en el lugar de la emergencia.



Figura 5.67 Los vehículos de abastecimiento de aire deben estar lo suficientemente cerca del lugar del incendio para que los bomberos no tengan que transportar los cilindros del aparato de respiración autónoma desde una gran distancia.



Figura 5.68a Los vehículos de los servicios médicos de urgencia no pueden transportar víctimas.



Figura 5.68b Ambulancia. *Gentileza de Joel Woods.*



Figura 5.69 Los vehículos de los servicios médicos de urgencia no deben bloquear el acceso a otros vehículos.

Los dos tipos principales de vehículos de los servicios médicos de urgencia que pueden responder en el lugar del incendio son: unidades de respuesta paramédicas de asistencia rápida (en las que no se puede transportar a las víctimas) y ambulancias (que sí que pueden transportar víctimas) (véanse las figuras 5.68 a-b). Ambos tipos de vehículos pueden ser básicos o avanzados. Las unidades de respuesta paramédicas de asistencia rápida son vehículos de servicio público que transportan asistente técnico médico de urgencias o asistentes de médico y el equipo necesario para tratar a las víctimas. Estos vehículos no están equipados para transportar las víctimas al hospital. Las ambulancias sí que transportan el equipo necesario tanto para el tratamiento como para transportar a las víctimas.

Al igual que otros tipos de vehículos de apoyo, los vehículos de los servicios médicos de urgencia deben aparcarse cerca del lugar de la emergencia sin bloquear el acceso a otros vehículos contraincendios y de emergencia (véase la figura 5.69). En los incidentes en los que haya víctimas que necesiten intervenciones de urgencia, el jefe de incidente tiene que delimitar una zona de clasificación y asistencia. Como es lógico, la mayoría de los vehículos de los servicios médicos de urgencia se encontrarán en esa zona. Aparque siempre ese vehículo de servicios médicos de urgencia en una posición que le permita abandonar el lugar de la emergencia para transportar a una víctima en caso de que sea necesario.

En los incidentes en los que los vehículos de los servicios médicos de urgencia no tengan que actuar de modo inmediato, tanto el personal como los vehículos deberán permanecer en posición de espera. La colocación más lógica para este tipo de vehículos y para el personal de urgencias es la zona de rehabilitación para los bomberos. Si el incidente ocupa una zona extensa, es posible que se hayan establecido diversas zonas para la rehabilitación y para los vehículos de los servicios médicos de urgencia.

Situaciones de colocación especial

La colocación de los vehículos depende del lugar donde se produzca la emergencia y de diversos factores. El conductor/operario tiene que conocer todas estas circunstancias para poder colocar el vehículo en un lugar seguro y, a la vez, eficaz para cada situación.

Espera

A menudo, la colocación de los vehículos en el lugar del incendio o de un incidente está determinada por el orden en que llegan los vehículos de respuesta; por ejemplo, puede darse el caso de que un vehículo-escala que llegue más tarde no pueda acceder a una buena posición porque ya se encuentran en ella otros vehículos que han llegado antes. Un modo de evitar este tipo de situaciones es seguir los procedimientos de actuación normalizados relativos a la colocación de vehículos. Un procedimiento de espera para los vehículos facilita la colocación ordenada y permite que el jefe de incidente pueda sacar el máximo rendimiento de cada unidad y del personal.

Gracias a las mejoras en las estrategias de gestión de incidentes, se ha podido desarrollar un procedimiento de espera para los vehículos que se divide en dos niveles y que puede utilizarse en cualquier respuesta en la que intervengan diversas compañías. El nivel I se aplica a la respuesta inicial a un incendio o a un incidente médico en el que haya más de una compañía de autobomba. Por su parte, el nivel II se utiliza en situaciones de emergencia de mayor envergadura, en las que intervenga un gran número de vehículos de emergencia. Los procedimientos de espera de nivel II pueden iniciarse por orden del jefe de incidente cuando se requieran alarmas adicionales o por orden del personal que envía las unidades de emergencia en caso de que sea necesaria una mayor respuesta inicial.

La *espera de nivel I* se utiliza en todas las respuestas de emergencia en las que haya dos compañías que tengan asignadas funciones similares (por ejemplo, dos

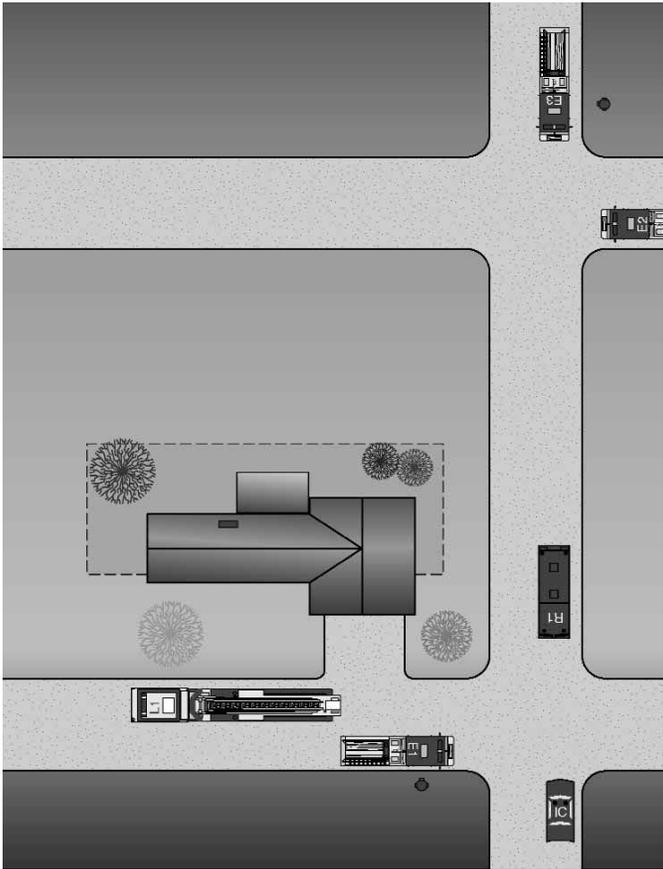


Figura 5.70 La espera de nivel I debe utilizarse en todas las respuestas en las que participen diversas compañías.

compañías de autobomba). La compañía de autobomba, compañía de vehículo-escala, compañía de rescate o el oficial de mando que lleguen primero se dirigen directamente al lugar de la emergencia. Las unidades que lleguen posteriormente deben aparcar o esperarse al menos a una manzana antes del lugar de la emergencia en el sentido de su trayecto (véase la figura 5.70). El jefe de incidente puede ordenar a las unidades que están en espera que tiendan líneas de abastecimiento adicionales, que envíen personal al lugar de la emergencia o que se dirijan al mismo y se preparen para actuar. Las compañías de autobomba de las jurisdicciones que suelen realizar tendidos de mangueras hacia el incendio con las mangueras deben esperar cerca de los hidrantes o de otras fuentes de abastecimiento de agua. Los vehículos en espera deben vigilar que las vías que utilizarán para llegar al incidente no estén bloqueadas.

La *espera de nivel II* se utiliza cuando hay un gran número de vehículos de emergencia que responden a un incidente. En los incidentes en los que es necesaria la participación de organizaciones de cooperación mutua o en los que se producen diversas alarmas es necesaria una espera de nivel II. En caso de que el jefe de incidente requiera la presencia de las unidades adicionales, se

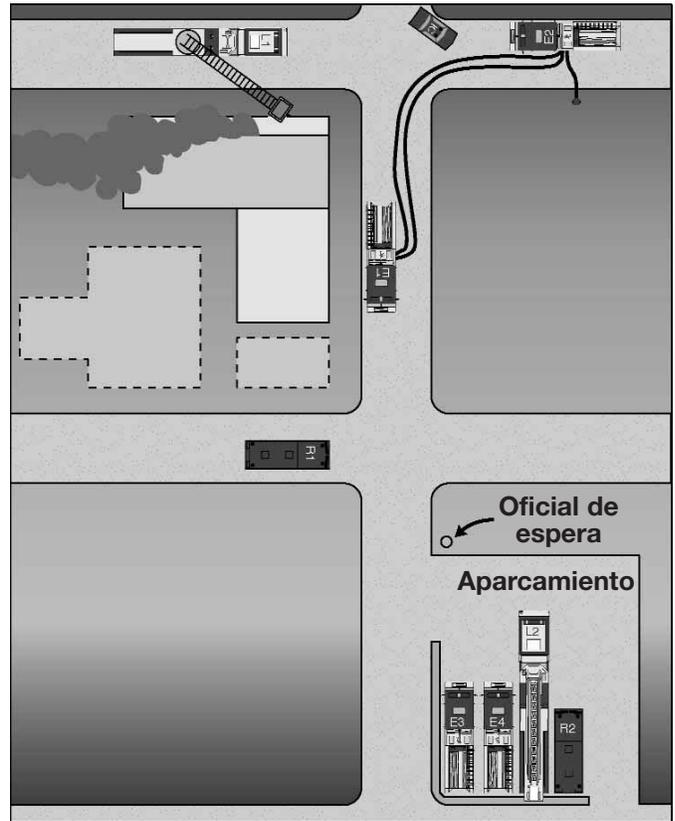


Figura 5.71 La espera de nivel II se utiliza en los incidentes con múltiples alarmas.

designa una zona de espera para los vehículos (véase la figura 5.71). En el momento en que se envían compañías al incidente, se les informa de dónde se encuentra la zona de espera y, al llegar, se dirigen directamente a ese lugar. Se puede utilizar como zona de espera un aparcamiento o un campo abierto. Por regla general, el oficial de compañía de la compañía que llega primero a la zona de espera adopta el papel de oficial de espera. En los incidentes a gran escala, es posible que sea un oficial jefe quien desempeñe las funciones de oficial de espera. El oficial de espera deberá comunicar al jefe de incidente cuáles son los recursos disponibles y los necesarios. Los oficiales de compañía tienen que comunicarse con el oficial de espera a su llegada al lugar del incidente. Cuando el jefe de incidente necesita ayuda complementaria, el oficial de espera reúne a las compañías las envía al lugar de la emergencia. La zona de espera tiene que ser una zona segura en la que no haya tráfico de vehículos que no sean de emergencia. El vehículo del oficial de espera tiene que aparcar cerca de la entrada de la zona de espera y debe dejar puestas las luces de emergencia. Todos los vehículos que lleguen a la zona de espera deben apagar sus luces de emergencia cuando aparquen, ya que así es más sencillo para las compañías que lleguen más tarde localizar al oficial de espera.

Actuaciones en autopistas

Algunos de los lugares más peligrosos en los que deben trabajar los bomberos son las autopistas, las autovías y otras vías con mucho tráfico. Los tipos de incidentes más habituales en estas vías públicas son accidentes y/o incendios en los que se ven implicados vehículos a motor. La posibilidad de que se produzcan accidentes con múltiples heridos o accidentes con materiales peligrosos también es elevada. Si se trabaja en incidentes en carreteras con mucho tráfico, existen numerosos problemas relacionados con la colocación de los vehículos, la eficacia de las actuaciones y la seguridad de los equipos de respuesta.

El simple hecho de acceder al lugar del incidente puede convertirse en todo un reto para el personal de respuesta, sobre todo, en autopistas y autovías de acceso limitado. Es probable que los vehículos tengan que responder a lo largo de grandes distancias entre salidas para alcanzar el incidente. En algunos casos, puede que los vehículos se vean obligados a circular a lo largo de grandes distancias para encontrar un sitio donde poder girar y llegar al otro lado de la mediana, en caso de que sea necesario. Los vehículos contraincendios no deben circular en sentido contrario al habitual, a menos que la policía haya cortado la carretera. En los incidentes en puentes, es probable que sea necesario recurrir a vehículos con dispositivos elevadizos o a escalas para alcanzar el lugar del incidente desde abajo.

El abastecimiento de agua puede convertirse en un problema en las carreteras que se encuentran en zonas rurales o incluso en autopistas con accesos limitados que se encuentren en zonas urbanas. Por ese motivo, puede ser necesario realizar tendidos de mangueras largos o actuaciones de abastecimiento de agua para proporcionar agua al lugar del incidente. Los hidrantes en las autopistas pueden ser insuficientes o, incluso, inexistentes. Si se responde a un incidente en una autopista, suele ser recomendable disponer de un autobomba situado en el paso elevado o en el paso inferior más cercano al incidente. Este autobomba puede ayudar a las unidades que estén en la autopista a establecer un abastecimiento de agua si la fuente está fuera de la autopista. Puede que sea necesario tensar las líneas de mangueras o utilizar un dispositivo elevadizo desde un paso elevado o un paso inferior para obtener agua hasta el nivel de la autopista. Algunos sistemas de las autopistas están equipados con sistemas de tuberías montantes secas (véase la figura 5.72). Para utilizar estos sistemas, debe situarse un autobomba fuera de la autopista para que establezca una fuente de abastecimiento de agua y la bombee hasta la toma de la tubería montante. A continuación, las unidades que se encuentren en la autopista pueden



Figura 5.72 Algunos sistemas de las autopistas están equipados con sistemas de tuberías montantes secas. *Gentileza de Andy Mount.*

conectarse a la salida de descarga de la tubería montante y recibir un flujo continuo de agua.

El conductor/operario tiene que ser prudente a la hora de responder a un incidente sucedido en una autopista o en una autovía. El vehículo contraincendios suele circular a una velocidad menor que el resto del tráfico y el uso de luces de emergencia y sirenas puede crear situaciones en el tráfico que acabarán disminuyendo la respuesta de la unidad. La sirena no debe utilizarse a menos que sea para despejar el tráfico lento. En el lugar del incidente, hay que usar mínimamente las luces de emergencia para no cegar o distraer a otros conductores, lo que podría provocar otro accidente. No obstante, no hay que apagar nunca todas las luces de emergencia, porque se podría poner en peligro la seguridad de los bomberos que trabajan en el lugar del incidente.

La cooperación entre la policía y el cuerpo de bomberos en los incidentes en autopistas es fundamental. Es necesario cerrar, al menos, el carril más cercano al incidente (véase la figura 5.73). Puede que se tengan que cerrar los demás carriles si no se logra crear una barrera de seguridad cerrando un carril solo. Los vehículos contraincendios tienen que colocarse entre el tráfico y los bomberos que trabajan en el incidente, a modo de escudo. El vehículo tiene que aparcarse formando un ángulo, de modo que el operario quede protegido del tráfico por el tablero posterior. Las ruedas delanteras deben girarse en la dirección contraria a la dirección en la que están trabajando los bomberos, de modo que el vehículo no los atropelle si es golpeado por detrás. Asimismo, hay que procurar aparcar los vehículos adicionales a unos 45 ó 60 m (150 ó 200 pies) por detrás del vehículo escudo para que éstos sirvan de barrera adicional entre los bomberos y el tráfico.

Todos los ocupantes del vehículo deben extremar las precauciones al bajarse del mismo para que los demás

automóviles que circulan por la vía no los atropellen. Del mismo modo, los conductores/operarios son extremadamente vulnerables ante los atropellos por parte de motoristas si se salen del área protegida por los vehículos colocados a modo de escudo. Los cuerpos de

bomberos que suelen responder a incidentes en autopistas tienden a preferir que los paneles de las bombas estén montados en la parte superior del vehículo, porque así se consigue una mayor protección para el conductor/operario (véase la figura 5.74).

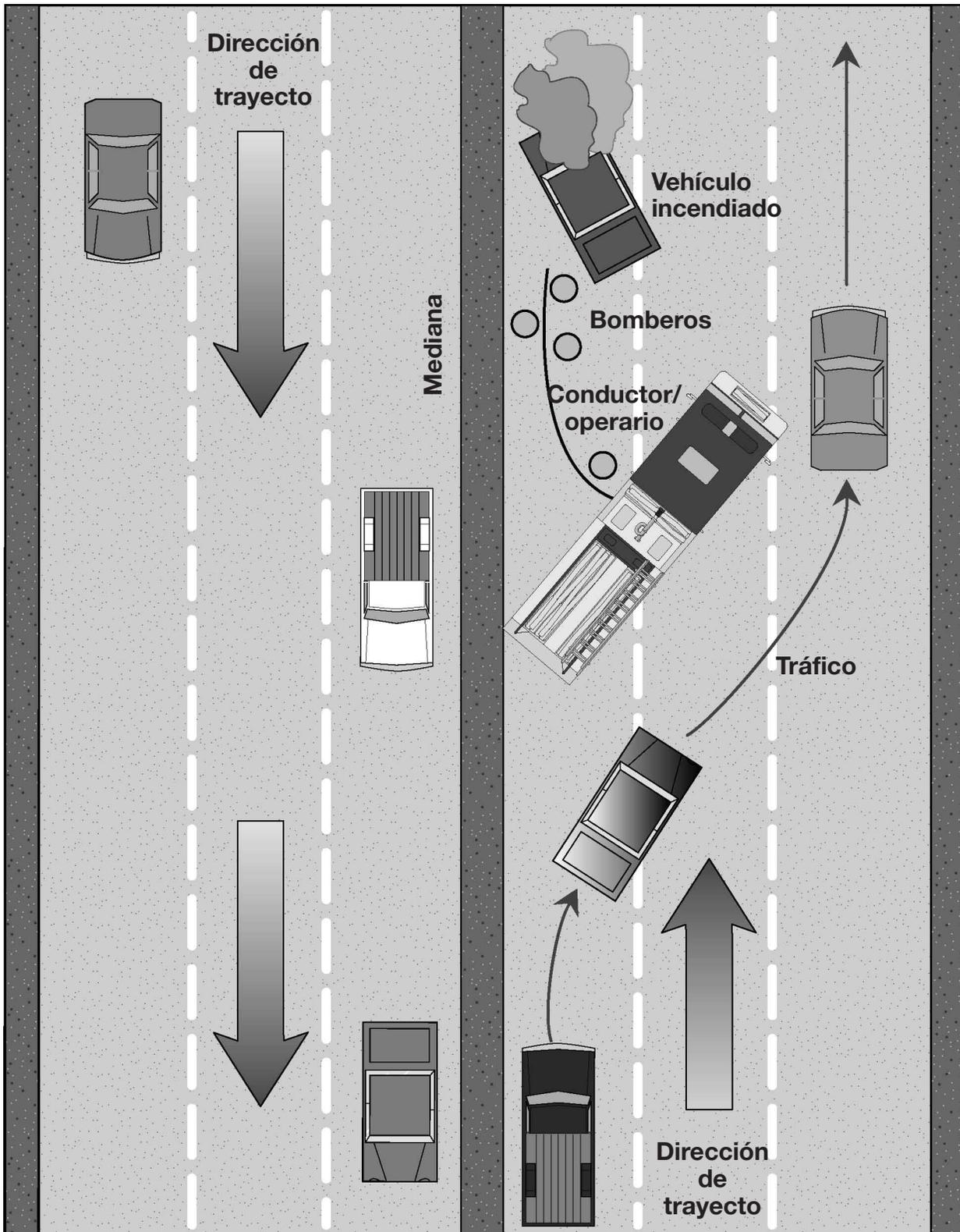


Figura 5.73 Es necesario cerrar, al menos, el carril más cercano al incidente.

Incidentes con materiales peligrosos

Los incidentes con materiales peligrosos son cada vez más comunes en las actuaciones de los cuerpos de bomberos. Este tipo de emergencias pueden producirse en un transporte o en una estructura fija. El oficial de compañía y el conductor/operario deben considerar la posibilidad de que un material peligroso pueda provocar un incidente en casi todos los incendios o incidentes de transporte. No es posible cubrir en este toda la información necesaria para formar al conductor/operario sobre la identificación de los materiales peligrosos. Sin embargo, existen algunas consideraciones generales que los conductores/operarios no deben olvidar al responder a una emergencia en la que puedan estar implicados materiales peligrosos.

Si conduce el vehículo que ha llegado en primer lugar, nunca se dirija directamente al lugar del incidente sin haber intentado antes identificar el material que lo ha provocado. Si no sigue este consejo, el vehículo puede convertirse en una fuente de ignición para los gases inflamables y también existe la posibilidad de que tanto el vehículo como los ocupantes resulten contaminados.

Deténgase siempre antes de llegar al incidente hasta que se conozca la naturaleza del peligro.

No aparque sobre alcantarillas, ya que los materiales inflamables del sistema subterráneo pueden entrar en combustión y explotar.

Intente obtener información sobre la velocidad y la dirección del viento mientras se dirige al lugar del incidente. Para ello, puede recurrir a la persona encargada



Figura 5.74 Los autobombas con paneles de la bomba montados en la parte superior son más recomendables para los incidentes en autopistas.

de enviar los equipos de respuesta o también puede observar las condiciones de su entorno. Siempre que sea posible, aproxímesese al incidente y aparque del lado de barlovento y por la parte alta de la pendiente, si la hay.

Una vez en el lugar del incidente, muchas jurisdicciones utilizan una serie de zonas de control para organizar el lugar de la emergencia.

Estas zonas evitan que los curiosos y otras personas no autorizadas interfieran con el equipo de primera respuesta, ayudan a regular el movimiento de estos equipos en las zonas y reducen la contaminación.

Las zonas de control no tienen por qué ser estáticas y se pueden ir cambiando a medida que se producen cambios en el incidente. Las zonas dividen los niveles de

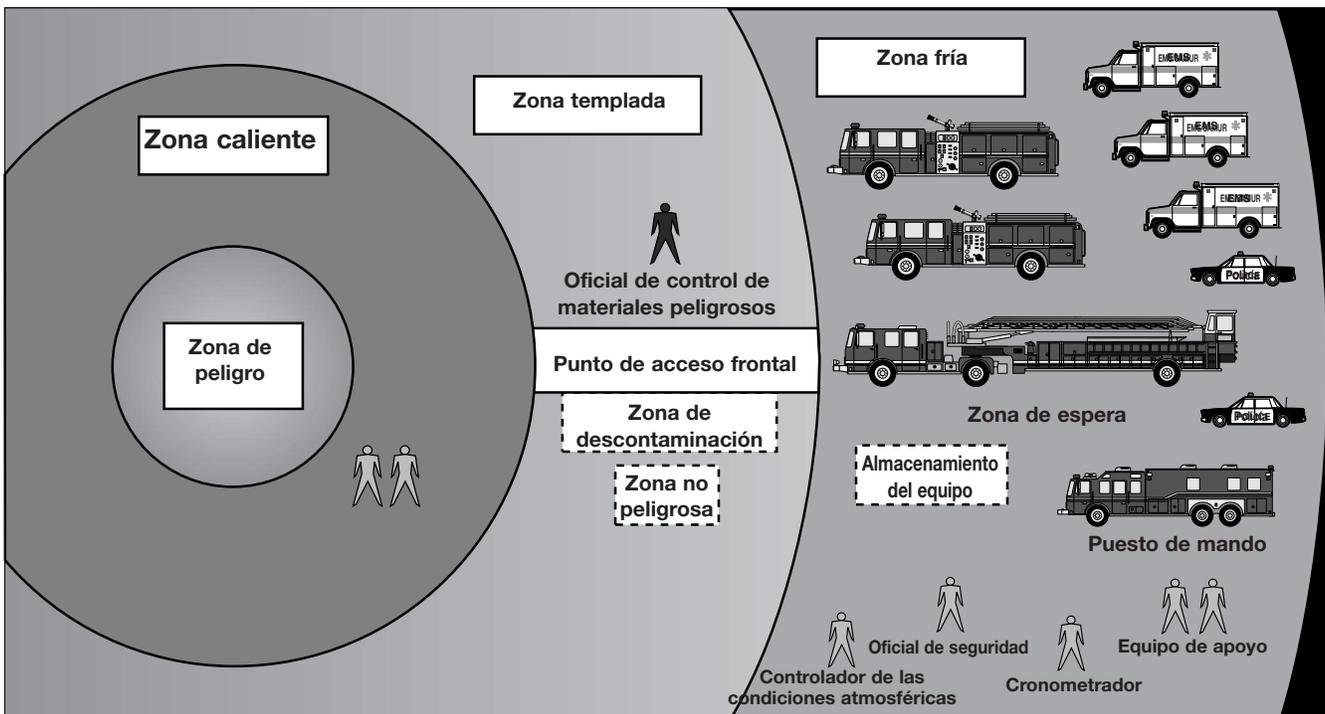


Figura 5.75 Sistema de zonas utilizado en los incidentes con materiales peligrosos.



Figura 5.76 No aparque nunca en las vías del tren.



Figura 5.77 En algunos casos, la manguera se puede pasar por debajo de las vías de modo que no se interrumpa ni el tráfico de trenes ni las actuaciones contraincendios.

peligro de un incidente, por lo que la denominación de la zona suele indicar el nivel. Los tres términos más habituales utilizados para designar las zonas con los materiales peligrosos son: zona caliente, zona templada y zona fría (véase la figura 5.75).

La *zona caliente* (también denominada zona restringida, zona de exclusión o zona roja) es una área que rodea el incidente y que ha sido contaminada por el material que se ha liberado. Por tanto, esta zona estará expuesta a gases, vapores, nieblas, polvos o escapes del material. La zona se extiende lo suficiente para evitar que las personas que están fuera de la zona sufran los efectos nocivos producidos por el material liberado.

La *zona templada* (también denominada zona de reducción de contaminación, zona de acceso limitado o zona amarilla) es una área que linda con la zona caliente y que se extiende hasta la zona fría. Es una zona segura donde los trabajadores pueden entrar por un breve espacio de tiempo sin necesidad de ir equipados con el equipo de protección personal, a menos que se les asigne una misión para la que se necesite más protección. La

zona templada se utiliza para ayudar al personal que trabaja en la zona caliente y para descontaminar al personal y al equipo que salgan de la zona caliente. La descontaminación suele efectuarse dentro de un pasillo situado en la zona templada.

La *zona fría* (también denominada zona de apoyo o zona verde) rodea a la zona templada y se utiliza para realizar todas las demás funciones de apoyo del incidente. El equipo que trabaja en la zona fría no tiene que llevar el equipo de protección personal porque la zona es totalmente segura. El puesto de mando, la zona de espera y la zona de clasificación y asistencia están ubicadas dentro de la zona fría. La mayor parte del tiempo, el conductor/operario y su vehículo también se encuentran en la zona fría.

No se quede esperando en el mismo lugar durante la respuesta a amenazas de bomba o a posibles atentados terroristas. Es posible que exista algún dispositivo explosivo en la zona de espera con la finalidad de herir al personal de emergencia. Si desea más información sobre las emergencias con materiales peligrosos, consulte el manual de la IFSTA *Hazardous Materials for First Responders* (Materiales peligrosos para los equipos de primera respuesta).

Actuaciones cerca de ferrocarriles

En algunas ocasiones, se producen emergencias en las proximidades de los ferrocarriles. Por ello, los conductores/operarios deben conocer los peligros asociados con las actuaciones cerca de los ferrocarriles y tomar todas las medidas posibles para minimizar esos peligros. No siempre es posible detener la circulación de trenes en las vías durante las actuaciones de emergencia. Trate siempre los ferrocarriles como líneas que podrían estar activas.

No aparque nunca en las vías del tren (véase la figura 5.76). Asimismo, mantenga el vehículo a una distancia prudencial de las vías para que los trenes que circulen por ellas no puedan golpearlo. Siempre que sea posible, aparque el vehículo del lado de las vías donde se ha producido el incidente. De ese modo, no es necesario tensar las líneas de mangueras a través de las vías y el personal no tiene que estar pasando de un lado a otro.

Si es absolutamente necesario tensar líneas de ataque o de abastecimiento a través de las vías férreas, intente ponerse en contacto con la empresa ferroviaria para confirmar que se ha detenido el tráfico de trenes en esa parte de la vía. Si no es posible confirmarlo, intente pasar la manguera por debajo de las vías o utilice vehículos con dispositivos elevadizos para pasar la manguera por la zona superior (véase la figura 5.77). Extreme las

precauciones al utilizar vehículos con dispositivos aéreos en los alrededores de las vías del tren que funcionan con líneas suspendidas de alto voltaje.

Incidentes médicos de urgencia

Muchas de las llamadas que reciben los cuerpos de bomberos son incidentes médicos de urgencia. Aunque la posición de los vehículos en este tipo de incidentes no suele ser importante desde un punto de vista táctico, sí que lo es desde el punto de vista de la seguridad. Es fundamental ceder a la ambulancia la mejor posición para que pueda cargar a los pacientes. Muchos bomberos han resultado heridos o incluso han fallecido al ser atropellados por vehículos mientras trabajaban en incidentes médicos de urgencia.

Siempre que sea posible, aparque el vehículo fuera de la calle, ya que así se eliminan todos los peligros relacionados con el tráfico de vehículos. Intente situarse en la entrada de un garaje, en un aparcamiento o en un jardín. No obstante, asegúrese de que la superficie es lo suficientemente estable como para aguantar el peso del vehículo contraincendios.

Si no es posible colocarse fuera de la calle, utilice el vehículo como escudo situándolo entre la zona de

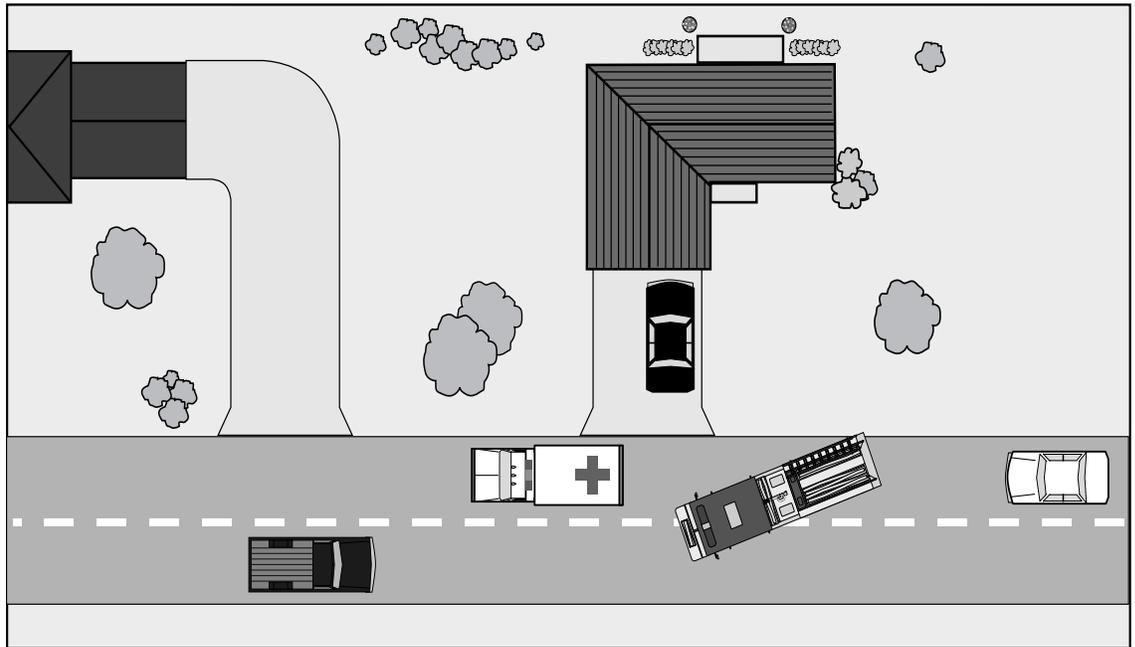


Figura 5.78 Utilice el autobomba para proteger la zona por donde suben los pacientes a la ambulancia.



Figura 5.79 Pueden utilizarse conos de tráfico para alejar a los vehículos que se aproximan.

trabajo y el tráfico. Aparque los vehículos más grandes (como los autobombas) entre los vehículos más pequeños (como las ambulancias) y el flujo de tráfico (véase la figura 5.78). Sobre todo, proteja la zona por donde hay que subir al paciente a la ambulancia colocando otro vehículo para que actúe como escudo. Siempre que sea posible, coloque conos de tráfico para alejar la circulación del vehículo que se desea proteger (véase la figura 5.79).

El agua y su procedencia

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información para que el lector pueda cumplir los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario de vehículo contraincendios) edición de 1998.

3-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros maestros o de mano eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo, se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Depósito interno
 - Fuente presurizada
 - Fuente estática
 - Traspase de un depósito interno a una fuente externa
- (a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; **problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados y de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.**
- (b) *Habilidades requeridas:* posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

3-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y el tamaño de la línea y la presión de entrada y el flujo deseados, bombear una línea de abastecimiento de 65 mm (2,5 pulgadas) o mayor, de modo que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

- (a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; **problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.**
- (b) *Habilidades requeridas:* posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

6-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros contraincendios eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo, se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Cisterna de agua
 - Fuente presurizada
 - Fuente estática
- (a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; colocación adecuada del vehículo; consideraciones de seguridad personal; **problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión, sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.**
- (b) *Habilidades requeridas:* posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática;

colocar correctamente el vehículo para llevar a cabo el ataque al incendio; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

6-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y tamaño de la línea, el flujo de bombeo y la presión de entrada deseada, bombear una línea de abastecimiento, de modo que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

(a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando

fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; **problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto y con los sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.**

(b) *Habilidades requeridas:* posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizar un hidrante contraincendios en una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) Copyright© 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

Durante los últimos 30 años aproximadamente, el cuerpo de bomberos ha sido testigo de la introducción de una amplia gama de agentes extintores. Algunos ejemplos de estos agentes extintores "modernos" son los polvos químicos secos, los polvos secos para metales combustibles, los concentrados de espuma y los hidrocarburos. A pesar de estos avances, el agua sigue siendo, con diferencia, el agente extintor de incendios más utilizado actualmente por los cuerpos de bomberos. Para llegar a ser un buen conductor/operario de un autobomba, un bombero debe poseer conocimientos prácticos sobre las características químicas del agua que hacen que ésta sea un agente extintor efectivo y sobre las características físicas asociadas a su movimiento. Por ese motivo, en este capítulo se explican estos importantes principios.

Características del Agua

El *agua* (H_2O) es un compuesto de hidrógeno y oxígeno que se forma cuando dos partes de hidrógeno (H) se combinan con una de oxígeno (O). Entre los 0 y los 100°C (32-212°F), el agua se encuentra en estado líquido (véase la figura 6.1). Por debajo de los 0°C (32°F) (punto de congelación del agua), pasa a ser materia sólida y se denomina *hielo*. Por encima de los 100°C (212°F) (punto de ebullición del agua), se convierte en un gas llamado *vapor de agua*. En este estado, el agua es invisible y sólo puede verse cuando se eleva de la superficie del agua en estado líquido y empieza a condensarse.

En todos sus estados, el agua se considera incompresible y su peso varía según la temperatura. La densidad del agua, o el peso por unidad de volumen, se mide en kg/L (libras por pie cúbico). La temperatura a la que el agua es más pesada se encuentra cerca del punto de congelación y su densidad es de 1 kg/L (62,4 lb/p³) aproximadamente. En cambio, cuando la temperatura del agua ronda el punto de ebullición es cuando pesa menos, aproximadamente 0,96 kg/L (60 lb/p³). Para los propósitos de la protección contraincendios, suele considerarse que el agua normal tiene un peso de 1 kg/L (62,5 lb/p³ ó 8,33 lb/gal).

Propiedades extintoras del agua

El agua tiene la capacidad de extinguir el fuego de varios modos. El primer modo mediante el que el agua extingue el fuego es por *enfriamiento*, o absorción del calor. Otro método es mediante el *ahogamiento* (exclusión de oxígeno). Este método es especialmente eficaz para las superficies de líquidos inflamables pesados. Asimismo, en cierta manera se produce ahogamiento cuando el agua se convierte en vapor en un lugar cerrado.

Como agente extintor, el agua se ve afectada por dos leyes naturales de la física. La Ley de calor específico y la Ley de calor latente de evaporación. Estas leyes son de importancia vital a la hora de tener en cuenta la capacidad del agua para absorber calor. La cantidad de calor que absorbe el agua también se ve afectada por la superficie total del agua expuesta a éste. Otro elemento que debe tenerse en cuenta es la gravedad específica.

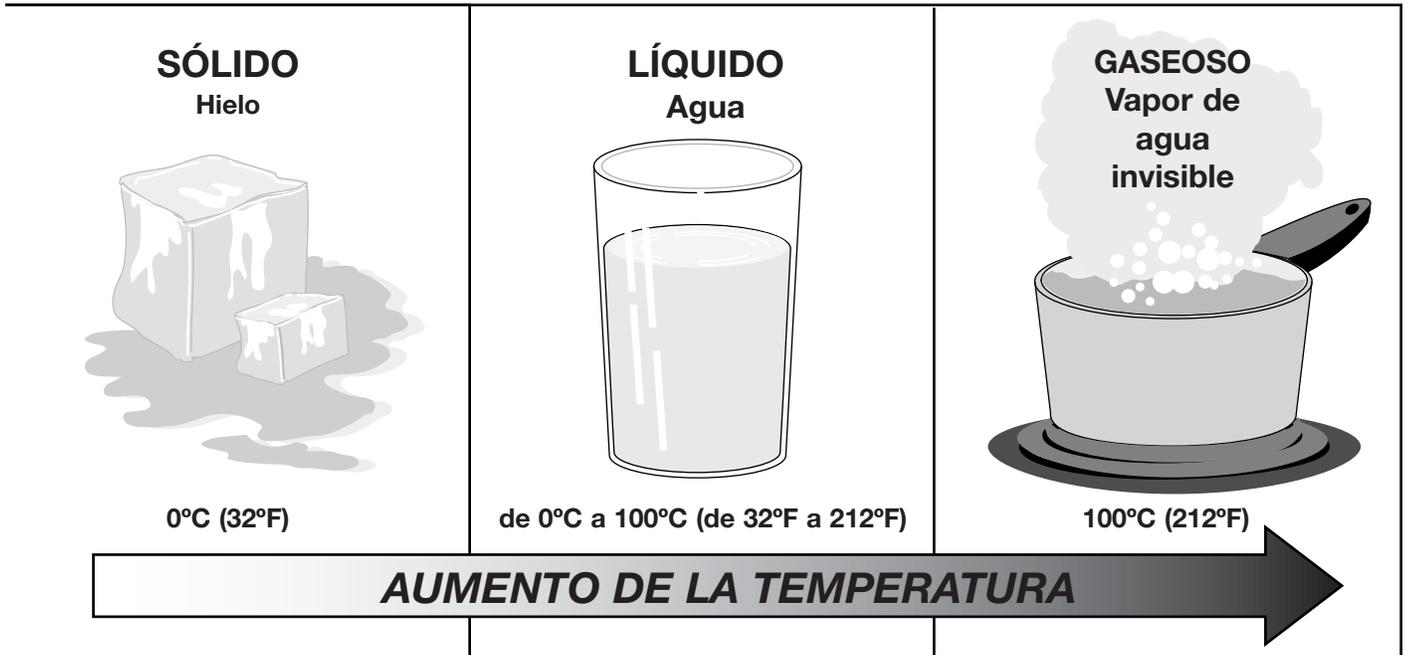


Figura 6.1 A diferentes temperaturas, el agua se encuentra en estado sólido, líquido o gaseoso.

Tabla 6.1
Calor específico de los agentes extintores

Agente	Calor específico
Agua	1,00
Solución de cloruro cálcico	0,70
Dióxido de carbono (sólido)	0,12
Dióxido de carbono (gas)	0,19
Bicarbonato de sodio	0,22

Ley de calor específico

El *calor específico* es la medida de la capacidad de una sustancia para absorber calor. El agua, además de no ser combustible, es capaz de absorber grandes cantidades de calor. La cantidad de calor transferido se mide en julio (J) o en unidades térmicas británicas (Btu) (1,055 kJ = 1 Btu). 1 Btu es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 libra de agua en 1°F; o en el sistema métrico, se necesitan 4,19 kJ de calor para elevar en 1°C la temperatura de 1 kg de agua. El julio, que también es una unidad de trabajo, ha sustituido a la caloría en el SI (Sistema internacional de unidades) para medir el calor (1 caloría = 4,19 julios).

El calor específico de cualquier material puede definirse como la proporción entre la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una cantidad específica de un material y la cantidad de calor necesaria

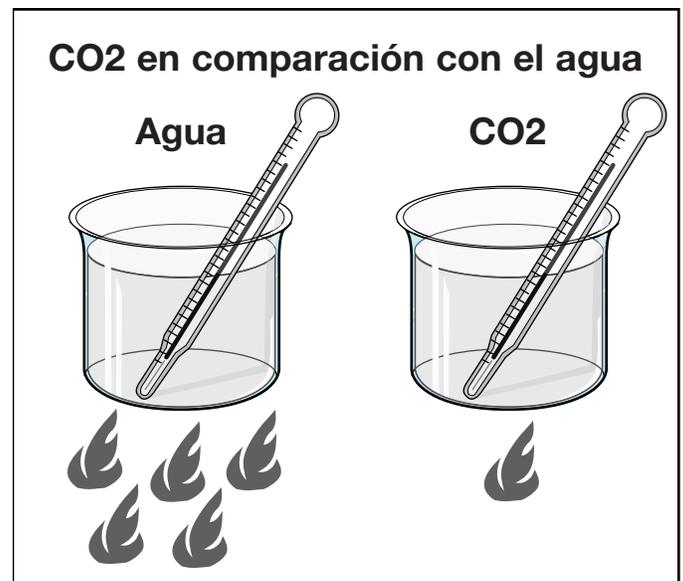


Figura 6.2 Se necesita una cantidad de calor cinco veces superior para elevar la temperatura de 0,453 kg (1 libra) de agua en 0,55°C (1°F), que con la misma cantidad de dióxido de carbono.

para elevar la temperatura de la misma cantidad de agua en el mismo número de grados. El calor específico varía según la sustancia de que se trate. La tabla 6.1 muestra algunos agentes extintores de incendios y el calor específico de éstos comparado con el del agua (para el mismo peso).

Utilice la Tabla 6.1 y divida el calor específico del agua (1,00) por el calor específico del dióxido de carbono gas (0,19). Observe que se necesita una cantidad de calor

CALOR LATENTE DE EVAPORACIÓN

Cantidad de calor absorbida por una sustancia al pasar de líquido a gas

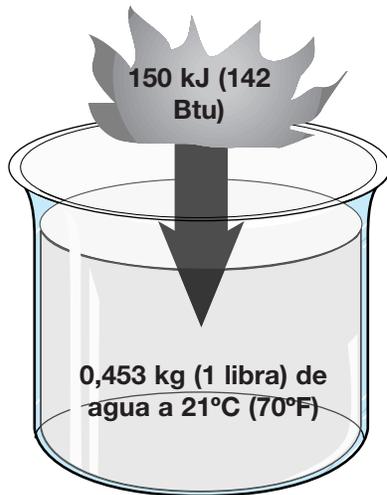


Figura 6.3a Para que el agua suba de 21°C (70°F) hasta su punto de ebullición (100°C [212°F]), se necesitan 150 kJ (142 Btu)

cinco veces superior para elevar la temperatura de 0,453 kg (1 libra) de agua en 0,55°C (1°F) que la necesaria para elevar la misma cantidad de dióxido de carbono en gas hasta los mismos grados (véase la figura 6.2). En otras palabras, una cantidad determinada de agua absorberá cinco veces más calor que la misma cantidad de dióxido de carbono. Si se comparan los diferentes materiales de la lista, se ve claramente que el agua es el material que mejor absorbe el calor.

Ley de calor latente de evaporación

El *calor latente de evaporación* es la cantidad de calor que absorbe una sustancia cuando pasa de líquido a vapor. La temperatura a la que un líquido absorbe calor suficiente para convertirse en vapor se conoce como *punto de ebullición*. A nivel del mar, el agua empieza a hervir o a evaporarse a 100°C (212°F). Sin embargo, la evaporación no se produce por completo en el instante en el que el agua alcanza el punto de ebullición. Cada kilogramo de agua necesita aproximadamente 2.240 kJ de calor adicional para convertirse por completo en vapor (1 libra de agua necesita aproximadamente 970 Btu de calor adicional para convertirse totalmente en vapor) (véanse las figuras 6.3 a y b).

El calor de evaporación es relevante para la lucha contraincendios, ya que mientras el agua absorbe los 2.240 kJ por kilogramo (970 Btu por cada libra de agua), la temperatura no aumenta por encima de los 100°C (212 °F). Imagine que tenemos 3,78 litros (1 galón estadounidense) de agua a 15,5°C (60°F). 3,78 litros (1

CALOR LATENTE DE EVAPORACIÓN

Cantidad de calor absorbida por una sustancia al pasar de líquido a gas

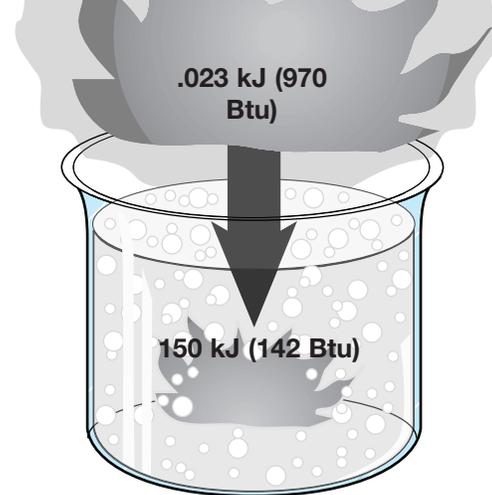


Figura 6.3b Cuando el agua llega hasta su punto de ebullición, precisa 1.023 kJ (970 Btu) adicionales para convertirse en vapor. Este nivel de calor tan alto para la evaporación hace que el agua sea un buen agente extintor.

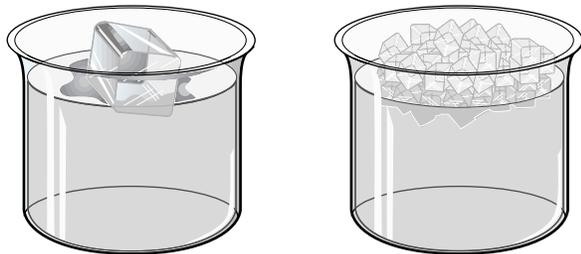
galón) de agua pesan 3,78 kg (8,33 libras). Se necesitan 160,36 kJ (152 Btu [212 – 60 = 152]) para elevar cada 0,453 kg (1 libra) de agua a 100°C (212°F). Por tanto, 3,78 litros (1 galón) de agua absorben 1.338,10 kJ (160,36 kJ x 3,78 Kg / 0,453 kg) (1.266 Btu [152 Btu/lb x 8,33 lb]) al alcanzar los 100°C (212°F). Dado que se necesitan 1.023 kJ (970 Btu por libra) más para convertirse en vapor, se absorberán otros 8524 kJ (8.080 Btu) adicionales (970 Btu/libra x 8,33 lb) se absorberán mediante este proceso. Esto significa que 3,78 litros (1 galón) de agua absorberán 9.860,5 kJ (8524,8+1335,7) (9.346 Btu [1.266 + 8.080]) de calor si toda el agua se transforma en vapor. Si se proyecta el agua desde una boquilla nebulizadora de 400 L/min (100 gpm) sobre una área extremadamente caliente, puede absorber aproximadamente 986.003 kJ (934.600 Btu) de calor por minuto si toda el agua se convierte en vapor.

La cantidad de calor que un objeto combustible puede producir depende del material del que está compuesto. La velocidad a la que el objeto libera calor depende de factores como la forma física, la cantidad de superficie expuesta y el abastecimiento de aire u oxígeno.

Área de superficie del agua

La velocidad a la que el agua absorbe calor aumenta proporcionalmente a la superficie del agua que se expone al calor; por ejemplo, si echamos un cubito de hielo con una superficie de 25 mm (1 pulgada) en un vaso de agua, tardará bastante tiempo en absorber

ABSORCIÓN DE CALOR



Un cubito de hielo de 25 mm (1 pulgada) expone una área de superficie de 3.870 mm² (6 pulgadas cuadradas) que puede absorber el calor.

El mismo cubito cortado en cubitos de 3 mm (0,125 pulgadas) expone una área de superficie de 30.967 mm² (48 pulgadas cuadradas) y puede absorber mucho más calor y más rápido.

Figura 6.4 Si se divide el agua en partículas más pequeñas, se aumenta el índice de absorción de calor.

totalmente su capacidad de calor (derretirse). Esto se debe a que sólo 3.870 mm² (6 pulgadas cuadradas) de hielo están en contacto directo con el agua (véase la figura 6.4). Si dividimos este cubito de hielo en cubitos de 3 mm (0,5 pulgadas) y los echamos al agua, la superficie que ahora está en contacto directo con el agua es de 30.970 mm² (48 pulgadas cuadradas). Aunque el total de los cubitos más pequeños poseen la misma masa que el cubito más grande, éstos se derriten más rápido. Por ese motivo, el hielo picado se derrite más rápido en una bebida que los cubitos. Este principio

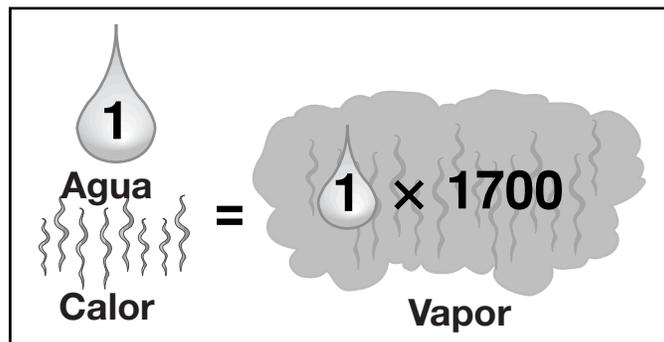


Figura 6.5 El agua que se convierte en vapor se expande 1.700 veces. Este proceso de expansión absorbe el calor y expulsa el aire caliente y los gases de combustión de un espacio cerrado.

también se aplica al agua en estado líquido. Si el agua se divide en muchas gotas, la velocidad de absorción de calor aumenta centenares de veces.

Otra característica del agua que se utiliza a veces en la lucha contraincendios es la capacidad de expansión que tiene en estado gaseoso. Esta expansión sirve para enfriar el área del fuego expulsando el calor y el humo de la zona. La expansión varía según las temperaturas en el área del fuego. A 100°C (212°F), el agua se expande aproximadamente 1.700 veces lo que ocupaba el volumen original (véase la figura 6.5).

Para ilustrar la expansión del vapor, imagínese una boquilla que descarga 568 L (150 galones) de neblina de agua por minuto sobre una área calentada aproximadamente hasta alcanzar 260°C (500°F), lo que hace que la neblina de agua se convierta en vapor (véase la figura 6.6). Durante un minuto de actuación, se descargan y se evaporan 0,57 m³ (20 pies cúbicos) de agua, que se expanden aproximadamente hasta

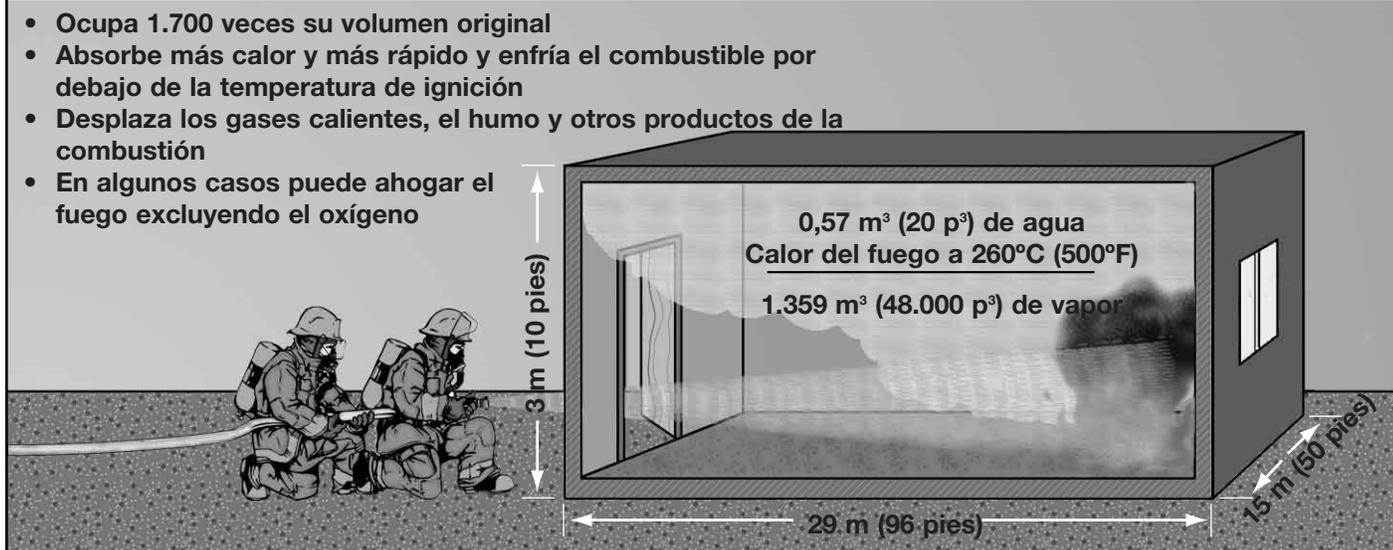


Figura 6.6 Una boquilla que descarga 568 L (150 galones) de neblina de agua durante un minuto genera suficiente vapor para llenar aproximadamente una habitación de 3 m (10 pies) de alto, 15 m (50 pies) de ancho y 29 m (96 pies) de largo.

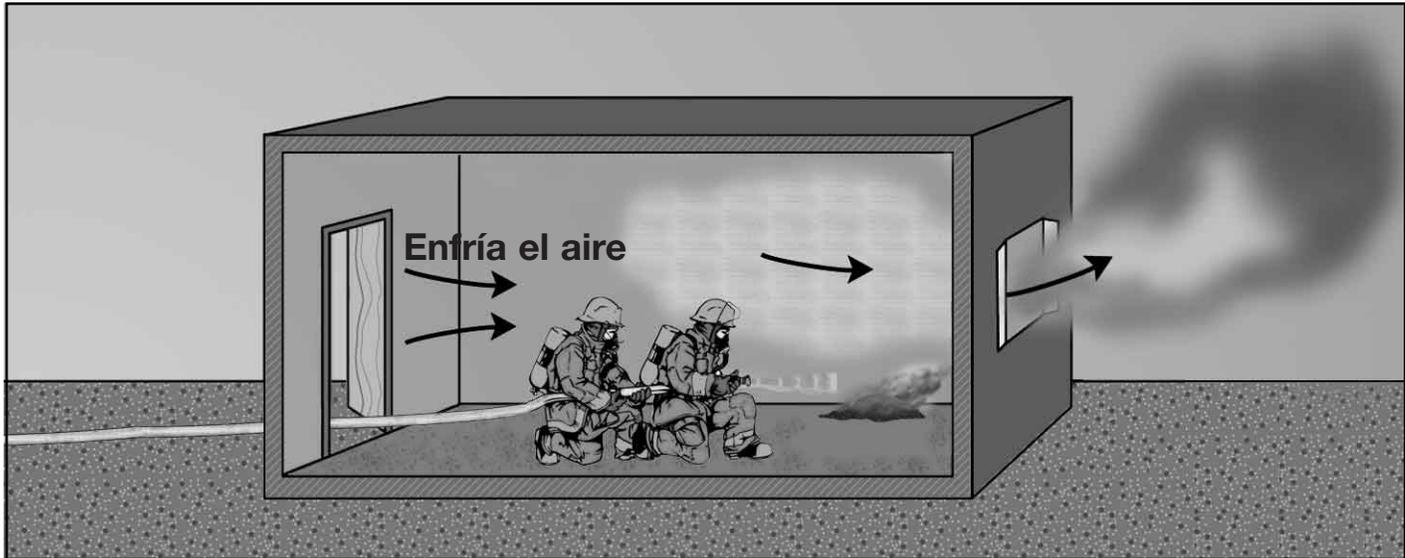


Figura 6.7 El vapor generado desplaza el calor y los gases de combustión si se proporcionan las aperturas adecuadas.

convertirse en 1.359 m³ (48.000 pies cúbicos) de vapor. Esta cantidad de vapor es suficiente para llenar una habitación de aproximadamente 3 m (10 pies) de alto, 15 m (50 pies) de ancho y 29 m (96 pies) de largo. En atmósferas más calientes, el vapor se expande a volúmenes incluso superiores.

La expansión del vapor no es gradual, sino rápida. Si una habitación ya está llena de humo y gases, el vapor generado los desplaza si se han realizado las aperturas de ventilación adecuadas (véase la figura 6.7). Mientras la habitación se enfría, el vapor se condensa y permite que la habitación se llene de aire más frío. Para utilizar un chorro nebulizador en un ataque contraincendios directo o combinado, debe realizarse una ventilación adecuada antes de utilizar la línea de mangueras. De lo contrario, es muy probable que el vapor, o incluso el fuego, retroceda y se desplace por encima del equipo de mangueras y alrededor de éste, lo que comporta un elevado riesgo de quemaduras por fuego o por vapor. Los resultados de la aplicación adecuada de un chorro contraincendios de agua en una habitación son evidentes: se extingue el incendio o se reduce su tamaño, se mantiene la visibilidad y se baja la temperatura de la habitación.

Asimismo, el agua puede ahogar el fuego cuando flota sobre líquidos más pesados que el agua, como el disulfuro de carbono. Si el material es soluble en agua, como el alcohol, no es probable que la capacidad de ahogo resulte eficaz. Asimismo, el agua puede ahogar un incendio formando una emulsión sobre la superficie de algunos líquidos combustibles. Si un pulverizador de agua agita la superficie de estos líquidos, la agitación hace que el agua quede suspendida temporalmente sobre la superficie formando burbujas de emulsión. Estas burbujas serán las que luego apaguen el fuego. Aún

así, esta situación sólo se da cuando el líquido combustible posee la viscosidad suficiente. La *viscosidad* la tendencia de un líquido a ofrecer resistencia para fluir; por ejemplo, el agua posee una viscosidad baja, mientras que las melazas poseen una viscosidad superior. Un fueloil pesado, como el de grado 6, retiene una superficie emulsionada durante más tiempo que los de grados inferiores como el combustible para la calefacción del hogar o el combustible diesel, ambos de grado 2. El agua de la emulsión absorbe el calor del petróleo adyacente, reduce su temperatura y disminuye la cantidad de vapores combustibles emitidos.

Gravedad específica

La densidad de los líquidos en relación con el agua se conoce como *gravedad específica*. El agua posee una gravedad específica de 1. Los líquidos con una gravedad específica inferior a 1 son más ligeros que el agua y flotan en ella. Aquéllos con una gravedad específica superior a 1 son más pesados que el agua y se hunden. Si el otro líquido también posee una gravedad específica de 1, forma una mezcla homogénea con el agua. Muchos líquidos inflamables poseen una gravedad específica inferior a 1. Por este motivo, si un bombero intenta apagar un incendio sobre un líquido inflamable echando agua de modo inadecuado, puede que el fuego se desplace sobre el agua y vaya prendiendo todo lo que encuentre a su paso. El uso de espuma puede controlar esta situación, ya que flota sobre la superficie del líquido inflamable y ahoga el fuego.

Ventajas e inconvenientes del agua

El agua es un excelente agente extintor por una serie de características:

- Tiene una capacidad de absorción del calor superior a la de otros agentes extintores habituales.
- Para convertir el agua en vapor, hace falta una cantidad de calor relativamente grande, lo que significa que absorbe más calor del fuego.
- Cuanto mayor sea la superficie del agua expuesta al fuego, más rápido absorberá el calor. Esta superficie puede expandirse mediante chorros nebulizadores o haciendo rebotar chorros directos sobre otros objetos para que el agua caiga en un chorro roto sobre el objeto que se pretende apagar.
- El agua convertida en vapor ocupa 1.700 veces su volumen original.
- El agua es abundante y está disponible en la mayoría de jurisdicciones.

No obstante, el uso del agua como agente extintor también presenta algunos inconvenientes. Estas son algunas de las propiedades del agua que suponen una desventaja:

- El agua posee una tensión de superficie alta, por lo que no empapa los materiales densos. Sin embargo, si se le añaden agentes humectantes, se reduce la tensión de superficie y aumenta la capacidad de penetración.
- El agua puede ser un agente reactivo para ciertos combustibles, como, por ejemplo, los metales combustibles (véase la figura 6.8).
- El agua posee niveles bajos de opacidad y de reflexión, por lo que el calor radiante puede atravesarla con facilidad.
- El agua se congela a 0°C (32°F), lo que representa un problema para las jurisdicciones con un clima frío. La congelación del agua es un peligro para los bomberos, ya que forma una capa de hielo sobre los equipos, los tejados, las escalas y otras superficies. Además, el hielo que se forma en el interior y en el exterior del equipo puede provocar averías.
- El agua es un buen conductor de electricidad, por lo que puede representar un peligro para los bomberos que trabajan alrededor de equipos con carga eléctrica.

Presión y velocidad del agua

El término *presión* tiene diversos significados. Suele definirse como la fuerza que ejerce una sustancia sobre otra. No obstante, en este manual se define *presión* como fuerza por unidad de superficie. La presión puede expresarse en libras por pie cuadrado (lb/p²), libras por pulgada cuadrada (lb/pulg²) o kilopascales (kPa).



Figura 6.8 El agua reacciona con violencia con los metales combustibles en llamas. *Gentileza de Linda Gheen.*

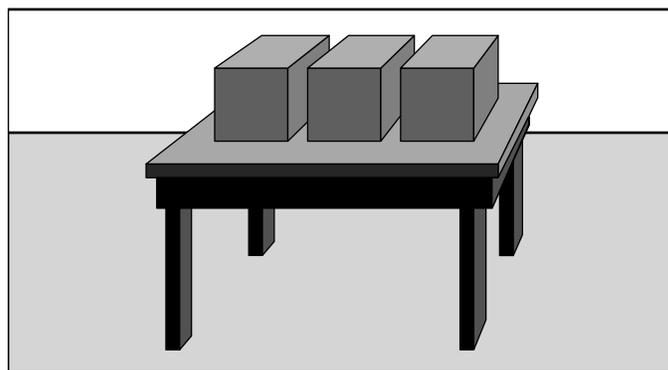


Figura 6.9 Cada recipiente mide 0,028 m³ (1 pie cúbico) y pesa 28 kg (62,5 libras). Por tanto, cada recipiente ejerce una presión de 306 kg/m² (62,5 libras por pie cuadrado).

La presión puede confundirse fácilmente con la *fuerza*, una medida de peso sencilla y que suele expresarse en libras o newtons. Esta medida está directamente relacionada con la fuerza de gravedad, que es la cantidad de atracción que la Tierra ejerce sobre todos los cuerpos. Si varios objetos del mismo tamaño y peso se colocan sobre una superficie llana, todos ejercen la misma fuerza sobre esa superficie.

Por ejemplo, se colocan, uno al lado de otro, tres contenedores cuadrados de igual tamaño (0,3 m x 0,3 m x 0,3 m [1 x 1 x 1 pie]), que contienen 0,028 m³ (1 pie cúbico) de agua y pesan 28 kg (62,5 libras) (véase la figura 6.9). Cada contenedor ejerce una presión de aproximadamente 306 kg/m² (aproximadamente 62,5 lb/p²), con una fuerza total ejercida de 823,2 N (187,5 libras) sobre un superficie total de 0,3 m² (3 pies cuadrados).

Si los contenedores están apilados unos sobre otros, el total de fuerza ejercida – 823,2 N ó 187,5 libras – se mantiene, pero el área de contacto se reduce a 0,1 m² (1 pie cuadrado) (véase la figura 6.10). Entonces, la presión se convierte en aproximadamente 919 kg/m² (187,5 lb/p²).

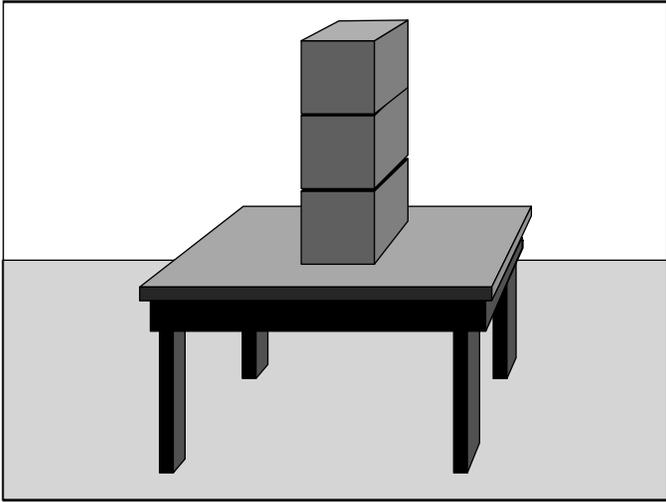


Figura 6.10 Cada recipiente mide 0,028 m³ (1 pie cúbico) y pesa 28 kg (62,5 libras). Si están apilados, ejercen una presión de 919 kg/m² (187,5 libras por pie cuadrado).

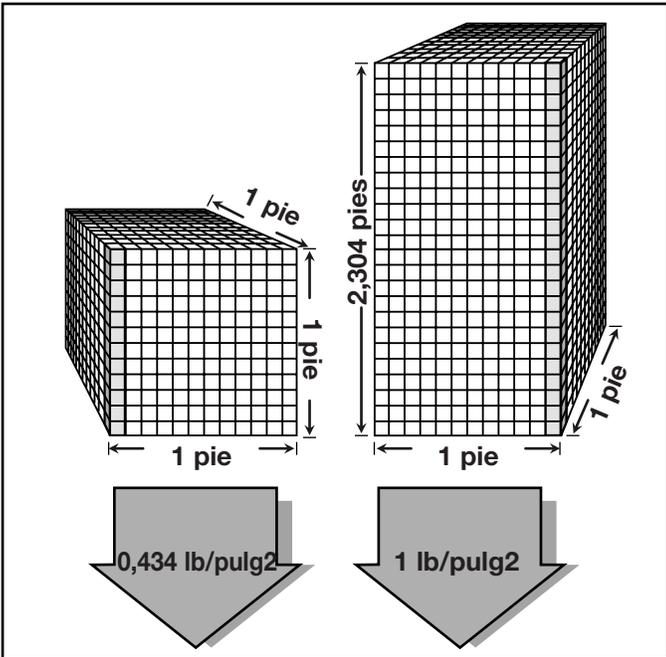


Figura 6.11 Estos ejemplos ilustran claramente la relación entre la altura y la presión en el sistema de medida anglosajón.

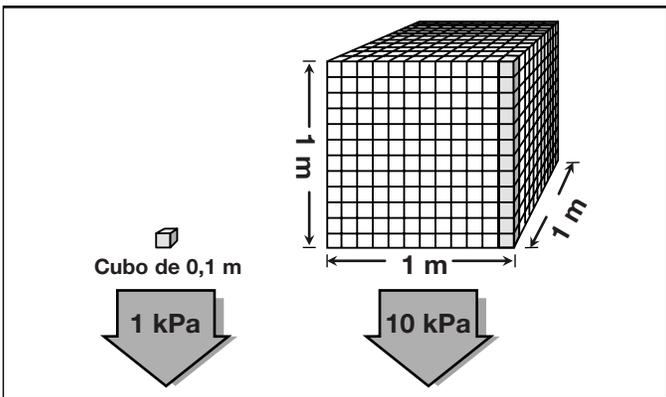


Figura 6.12 Estos ejemplos ilustran claramente la relación entre la altura y la presión en el sistema de métrico.

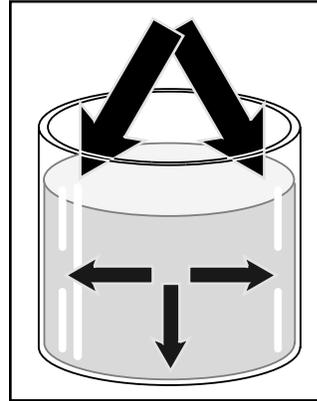


Figura 6.13 La presión ejercida por el peso del agua es perpendicular a las paredes del recipiente.

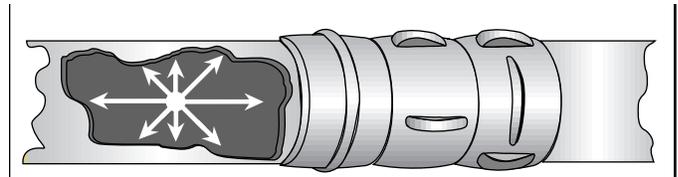


Figura 6.14 Si un fluido está en reposo, su intensidad es la misma en todas las direcciones.

Para comprender cómo se determina la fuerza es necesario conocer el peso del agua y la altura que ocupa una columna de agua. A continuación, se ofrece un ejemplo en el sistema anglosajón, y, en el párrafo siguiente, en el sistema métrico. El peso de 1 pie cúbico de agua es aproximadamente 62,5 libras. Un pie cuadrado contiene 144 pulgadas cuadradas. El peso del agua en una columna de agua con una superficie de 1 pulg² y una altura de 1 pie es igual a 62,5 libras divididas por 144 pulg² ó 0,434 libras. Una columna de agua de 1 pulg² y una altura de 1 pie ejerce una presión en la base de 0,434 lb/pulg² (véase la figura 6.11). La altura necesaria para que una columna de 1 pulg² produzca 1 lb/pulg² en la base es igual a 1 pie dividido por 0,434 lb/pulg² por pie ó por 2,304 pies. Por tanto, una columna de 2,304 pies de agua ejerce una presión de 1 lb/pulg² en la base.

En el sistema métrico, un cubo que mide 0,1 m x 0,1 m x 0,1 m (un decímetro cúbico) contiene un litro de agua. El peso de 1 L de agua es de 1 kg. El cubo de agua ejerce una presión de 1 kPa (1 kg) en la parte inferior. Un metro cúbico de agua contiene 1.000 L de agua y pesa 1.000 kg. Dado que el metro cúbico de agua se compone de 100 columnas de agua de 10 decímetros de alto cada una, la presión que ejercerán sobre la base será de 10 kPa por columna (véase la figura 6.12).

Principios de presión

La velocidad a la que circula un fluido por una manguera o tubería depende de la presión que se le aplique. Es importante identificar el tipo de presión del que hablamos, ya que este término posee un significado muy amplio en el campo de los fluidos. Existen seis principios básicos que determinan la acción de la presión

sobre los fluidos. Por tanto, es muy importante que el conductor/operario conozca bien estos principios antes de estudiar los tipos de presión.

Primer principio

La presión de un fluido es perpendicular a la superficie donde actúa. Este principio se ilustra mediante un recipiente con las paredes lisas y lleno de agua (véase la figura 6.13). La presión ejercida por el peso del agua es perpendicular a las paredes del recipiente. Si se ejerciera presión en cualquier otra dirección, tal y como las flechas inclinadas indican, el nivel del agua bajaría en los laterales y subiría en el centro.

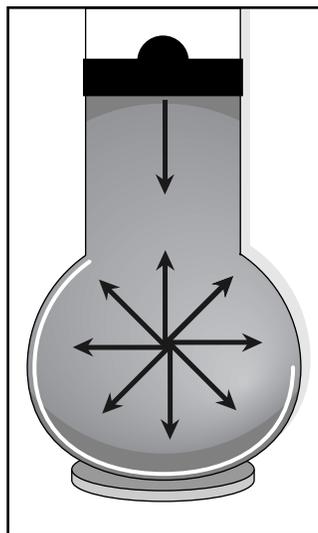


Figura 6.15 La presión que se transmite a un fluido en un recipiente cerrado desde el exterior se transmite de igual forma en todas las direcciones.

Segundo principio

La presión de un fluido sobre un punto de un fluido en reposo tiene la misma intensidad en todas las direcciones. En otras palabras, la presión de un fluido en reposo en un punto determinado no tiene dirección (véase la figura 6.14).

Tercer principio

La presión aplicada a un fluido en un espacio cerrado desde el exterior se transmite por igual en todas las direcciones (véase la figura 6.15). Este principio puede ilustrarse con una esfera hueca unida a una bomba de agua. Se coloca una serie de manómetros alrededor de la circunferencia interior de la esfera. Si la esfera está llena de agua y la bomba aplica una presión, todos los manómetros registran la misma cifra, siempre y cuando se encuentren en el mismo plano y no haya un cambio de elevación.

Cuarto principio

La presión de un líquido en un recipiente abierto es proporcional a su profundidad (véase la figura 6.16). Este principio se ilustra con tres contenedores verticales, cada uno de ellos con una base de 645 mm^2 (1 pulgada cuadrada). La profundidad del agua es de 0,3 m (1 pie) en el primer contenedor, de 0,6 m (2 pies) en el segundo y de 0,9 m (3 pies) en el tercero. La presión en la base del segundo contenedor es el doble de la del primero, mientras que la presión en la base del tercero es el triple. Por tanto, la presión de un líquido en un contenedor abierto es proporcional a su profundidad.

Quinto principio

La presión de un líquido en un recipiente abierto es proporcional a su densidad. Este principio se ilustra

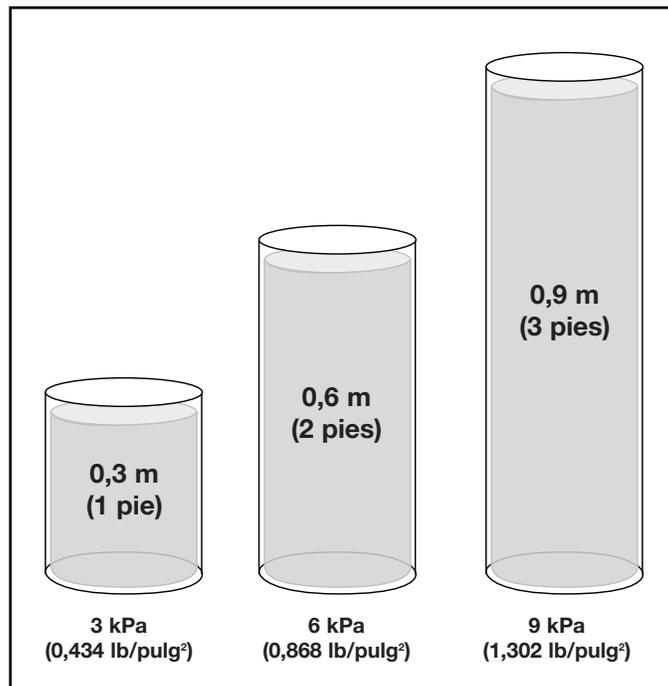


Figura 6.16 La presión de un fluido en un recipiente abierto es proporcional a su profundidad.

utilizando dos contenedores (véase la figura 6.17). En un contenedor se introduce mercurio hasta alcanzar una altura de 25 mm (1 pulgada). En el otro se introduce agua hasta formar una columna de 344 mm (13,55 pulgadas). A pesar de la diferencia de cantidad y altura, la presión de cada contenedor es aproximadamente la misma. Por tanto, el mercurio es 13,55 veces más denso que el agua. Esto demuestra que la presión de un líquido en un recipiente abierto es proporcional a su densidad.

Sexto principio

La presión de un líquido en el fondo de un recipiente es independiente de la forma de dicho recipiente. Este principio se ilustra mostrando recipientes de diversas formas que contienen agua, cada uno de ellos con la misma superficie en la base y con la misma altura (véase la figura 6.18). La presión es la misma en todos los recipientes.

Tipos de presión

Existen varios términos que se aplican a los diferentes tipos de presión que pueden encontrarse en un sistema de abastecimiento del agua y durante las actuaciones del cuerpo de bomberos. El conductor/operario debe estar familiarizado con todos ellos, de modo que utilice el adecuado para cada contexto.

Presión atmosférica

La atmósfera alrededor de la Tierra tiene altura y densidad; por lo que ejerce una presión sobre todos los objetos de la superficie. La presión atmosférica aumenta

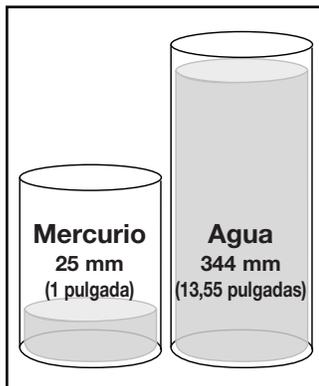


Figura 6.17 La presión de un fluido en un recipiente abierto es proporcional a la densidad de dicho fluido.

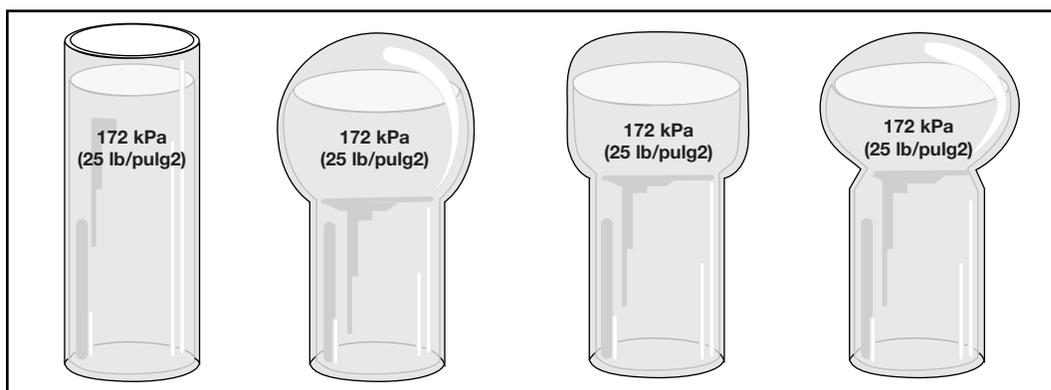


Figura 6.18 La presión de un fluido en la base de un recipiente no depende de su forma.

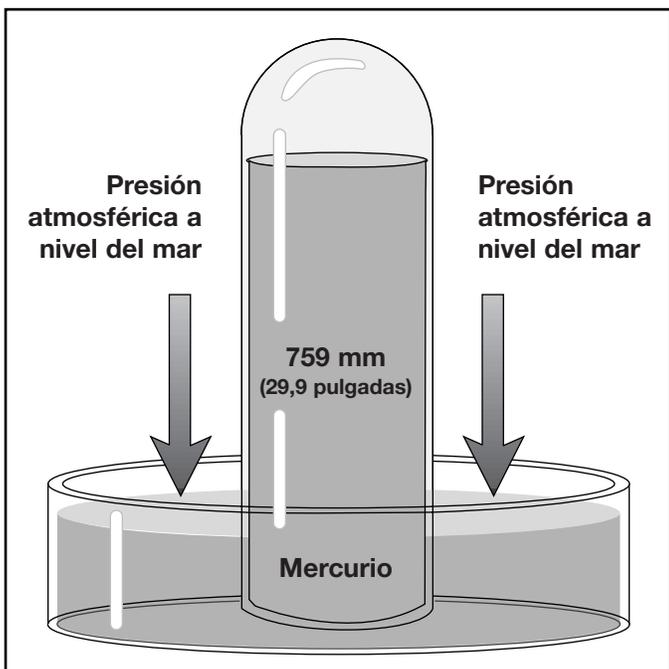


Figura 6.19 Una presión de 101 kPa (14,7 lb/pulg²) hace que la columna de mercurio de este barómetro suba 759 mm (29,9 pulgadas).

en las cotas bajas y disminuye en las cotas altas. A nivel del mar, la atmósfera ejerce una presión de 101 kPa (14,7 lb/pulg²), lo que se considera como la presión atmosférica normal.

Un método habitual para medir la presión atmosférica consiste en comparar el peso de la atmósfera con el peso de una columna de mercurio. Cuanto mayor sea la presión atmosférica, más alta será la columna de mercurio. Una presión de 6,90 kPa (1 lb/pulg²) hace que la columna de mercurio tenga unos 52 mm (2,04 pulgadas) de altura. Entonces, a nivel del mar, una columna de mercurio mide 759 mm (2,04 x 14,7 pulgadas ó 29,9 pulgadas) de alto (véase la figura 6.19).

En la mayoría de manómetros para la presión, es necesario sumar la presión atmosférica existente a la cifra en kPa (o lb/pulg²) que ofrecen; por ejemplo, un manómetro que indique 70 kPa (10 lb/pulg²) a nivel del mar está indicando realmente 170 kPa (24,7 lb/pulg²) (100 + 70 kPa [14,7 + 10 lb/pulg²]). Los ingenieros distinguen entre esta lectura del manómetro y la presión atmosférica real escribiendo *kPa en manómetro* (lb/pulg² en manómetro). Para la presión atmosférica real utilizan *kPa de la presión atmosférica absoluta* (lb/pulg² de la presión atmosférica absoluta), cuya definición es la presión que sobrepasa un vacío perfecto, entendiendo que un vacío perfecto es el cero absoluto. Cualquier presión inferior a la presión atmosférica se denomina *vacío*. La presión de cero absoluto se denomina *vacío absoluto*.

Si un manómetro indica -35 kPa en manómetro (-5 lb/pulg² en manómetro), en realidad significa 35 kPa (5 lb/pulg²) menos que la presión atmosférica existente (a nivel del mar, 100 menos 35 ó 65 kPa [147 menos 5 ó 9,7 lb/pulg²]). *A lo largo de todo este manual, cuando se hable de lb/pulg² se estará haciendo referencia a las lb/pulg² en manómetro.*

Presión de altura

En la lucha contraincendios, consiste en la diferencia de elevación entre un abastecimiento de agua y el orificio de descarga, siendo el abastecimiento el elemento que se encuentra a una altura superior. En la figura 6.20, el abastecimiento de agua está 30 m (100 pies) por encima de la apertura de descarga del hidrante. Por eso se dice que la altura es de 30 m (100 pies). Para saber la presión de altura en metros (pies), hay que dividir el número de metros de la altura entre 0,1 (si utiliza el sistema anglosajón, divida los pies por 2,304). El resultado es el número de metros (pies) que se elevará una columna de agua al someterse a una presión de 7 kPa (1 lb/pulg²). La fuente del agua en la figura 6.20 posee una presión de altura de 300 kPa (43,4 lb/pulg²) (véase la tabla 6.2).

Presión estática

Este tipo de presión se define como la energía potencial almacenada de la que se dispone para hacer pasar el agua a través de una tubería, un empalme de canalización, una manguera contraincendios o un adaptador. *Estática* significa en reposo o sin movimiento. La presión sobre el agua puede producirse por un abastecimiento de agua en un lugar más elevado, por la presión atmosférica o por una bomba. Si el agua no se mueve, la presión ejercida es estática. No suelen encontrarse presiones estáticas reales en los sistemas de agua municipales, ya que siempre hay algún tipo de flujo en las tuberías debido a las necesidades normales domésticas o industriales. No obstante, la presión en el sistema de agua antes de que el agua fluya desde el hidrante se considera presión estática (véase la figura 6.21).

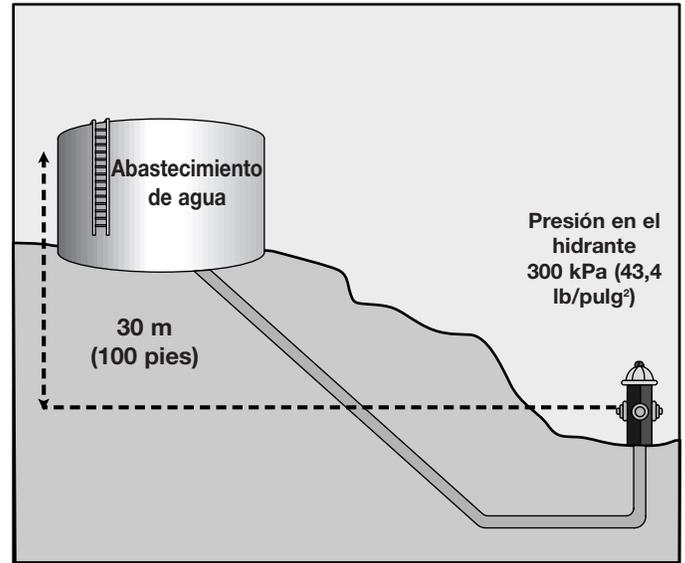


Figura 6.20 La altura en esta ilustración es de 30 m (100 pies). La presión de altura es de 300 kPa (43,4 lb/pulg²).

Tabla 6.2
Altura en pies/metros y presión de altura

SISTEMA ANGLOSAJÓN				SISTEMA MÉTRICO			
Altura en pies	Libras por pulgada cuadrada	Libras por pulgada cuadrada	Altura en pies	Altura en metros	kPa	kPa	Altura en metros
5	2,17	5	11,50	1	10	5	0,5
10	4,33	10	23,00	2	20	10	1
15	6,50	15	34,60	3	30	15	1,5
20	8,66	20	46,20	4	40	20	2
25	10,83	25	57,70	5	50	25	2,5
30	12,99	30	69,30	6	60	30	3
35	15,16	35	80,80	7	70	35	3,5
40	17,32	40	92,30	8	80	40	4
50	21,65	50	115,40	9	90	50	5
60	26,09	60	138,50	10	100	60	6
70	30,30	70	161,60	15	150	70	7
80	34,60	80	184,70	20	200	80	8
90	39,00	90	207,80	25	250	90	9
100	43,30	100	230,90	30	300	100	10
120	52,00	120	277,00	40	400	200	20
140	60,60	140	323,20	50	500	300	30
160	69,20	160	369,40	60	600	400	40
200	86,60	180	415,60	70	700	500	50
300	129,90	200	461,70	80	800	600	60
400	173,20	250	577,20	90	900	700	70
500	216,50	275	643,00	100	1.000	800	80
600	259,80	300	692,70	200	2.000	900	90
800	346,40	350	808,10	300	3.000	1.000	100
1.000	433,00	500	1.154,50				

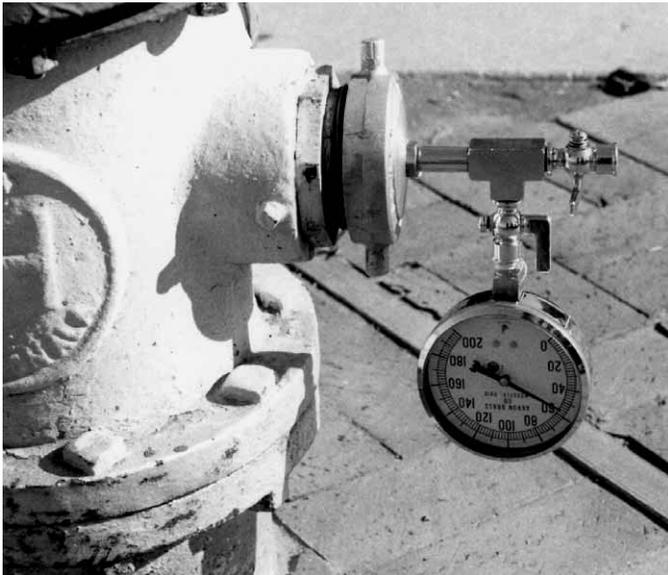


Figura 6.21 La presión en el sistema de agua antes de que el agua fluya desde el hidrante se considera presión estática.



Figura 6.22 La presión del flujo suele medirse insertando un tubo de Pitot y un manómetro en el chorro de un hidrante abierto.

Presión de funcionamiento normal

La *presión de funcionamiento normal* es la que se encuentra en un sistema de distribución de agua durante las demandas de consumo habituales. Tan pronto como el agua empieza a fluir a través de un sistema de distribución, la presión estática deja de existir. Las demandas de consumo de agua fluctúan continuamente, lo que provoca que el flujo de agua en el sistema aumente o disminuya. La diferencia entre la presión estática y la presión de funcionamiento normal es la fricción provocada por el flujo a través de las diferentes tuberías, válvulas y empalmes de canalizaciones en el sistema.

Presión residual

Es la parte de la presión total disponible que no se utiliza para superar la pérdida de presión por fricción o la

gravedad mientras se empuja el agua a través de una tubería, un empalme de canalización, una manguera contraincendios o un adaptador. La palabra *residual* significa que es la presión restante, la que queda; por ejemplo, durante una prueba de flujo contraincendios, la presión residual es la que queda en el sistema de distribución cerca de uno o más hidrantes con flujo. En un sistema de distribución de agua, la presión residual varía según la cantidad de agua que fluye de uno a más hidrantes, las demandas de consumo de agua y el tamaño de la tubería. Es importante recordar que la presión residual debe registrarse en el lugar donde se toma la lectura, no en el hidrante con flujo.

Presión de flujo (presión de velocidad)

La *presión de flujo* es la presión de la velocidad de empuje en la apertura de descarga mientras fluye el agua (véase la figura 6.22). Dado que, si un chorro de agua sale por una apertura de descarga, no está encerrado en un tubo, ejerce una presión de empuje, pero no una presión lateral. La velocidad de empuje de la presión del flujo puede medirse utilizando un tubo de Pitot y un manómetro. Si se conoce el tamaño de la apertura, un bombero puede utilizar la medición de la presión del flujo para calcular la cantidad de agua que fluye en L/min o gpm.

Pérdida y aumento de presión: altura y altitud

Aunque los términos elevación y altitud se intercambian a menudo, el cuerpo de bomberos los distingue. La *altura* hace referencia a la línea central de la bomba o al fondo de una fuente estática de abastecimiento de agua por encima o debajo del nivel del suelo. La *altitud* hace referencia a la posición de un objeto con respecto al nivel del mar. Ambos conceptos son importantes a la hora de producir chorros contraincendios.

Cuando una boquilla está por encima de la bomba, se produce una pérdida de presión. Si se encuentra por debajo de la bomba, se produce un aumento de presión. La gravedad es la que provoca estas pérdidas y estos aumentos. Tanto las pérdidas como los aumentos de presión se denominan como *presión por altura*.

La altitud afecta a la producción de chorros contraincendios, ya que la presión atmosférica cae a medida que la altura por encima del mar aumenta. La caída de la presión tiene escasa repercusión hasta los 600 m (2.000 pies) de altura. Sin embargo, a partir de esta altura la disminución de la presión atmosférica puede crear problemas. En grandes altitudes, los autobombas del cuerpo de bomberos deben trabajar más para producir las presiones que se necesitan para producir chorros contraincendios eficaces. Deben funcionar a un ritmo superior, ya que la atmósfera menos densa reduce la eficacia del autobomba para elevar el agua y

succionarla. Por encima del nivel del mar, la presión atmosférica disminuye aproximadamente 3,5 kPa (0,5 lb/pulg²) cada 300 m (1.000 pies).

Pérdida de presión por fricción

El concepto de pérdida de presión debido a la fricción en un sistema de mangueras o de tuberías desempeña una función muy importante en el resto de este manual. El cuerpo de bomberos define la *pérdida de presión por fricción* como la fracción de la presión total perdida mientras se empuja el agua por tuberías, empalmes de canalización, mangueras y adaptadores. El conductor/operario debe comprender claramente los principios de la pérdida de presión por fricción para poder producir chorros contraincendios eficaces con un autobomba.

En una manguera contraincendios, la pérdida de presión por fricción es consecuencia de los siguientes factores:

- El movimiento de las moléculas del agua las unas contra las otras
- El forro interior de la manguera
- Los coples
- Los dobleces agudos
- Cambios en el tamaño de la manguera o en los orificios debidos a la utilización de adaptadores
- Tamaño inadecuado de las juntas

Cualquier cosa que afecte al movimiento del agua puede causar una pérdida de presión por fricción adicional. Una manguera de buena calidad posee una superficie interior más suave y provoca una pérdida de presión por fricción inferior que las mangueras de peor calidad. La pérdida de presión por fricción en las mangueras viejas puede ser un 50 por ciento superior a la pérdida en las mangueras nuevas.

Los principios de la pérdida de presión por fricción para los sistemas de tuberías son los mismos que los de una manguera contraincendios. La pérdida de presión por fricción es consecuencia de:

- El movimiento de las moléculas del agua las unas contra las otras
- La superficie interior de la tubería
- Los empalmes de tubería
- Los dobleces
- Las válvulas de control

Cuanto más rugosa sea la superficie interior de la tubería (normalmente denominada *coeficiente de fricción*), mayor será la pérdida de presión por fricción.

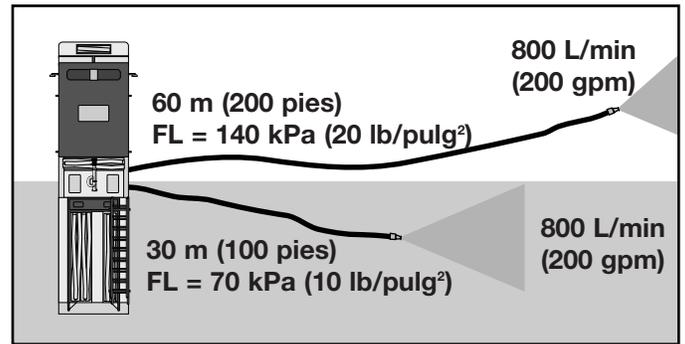


Figura 6.23 Si todas las otras variables son iguales, la pérdida de presión por fricción depende directamente de la longitud de la manguera.

Esta pérdida puede medirse insertando manómetros alineados en una manguera o en una tubería. La pérdida de presión por fricción es la diferencia en las presiones residuales entre los manómetros mientras existe flujo de agua. La diferencia de presión en una manguera entre una boquilla y un autobomba es un buen ejemplo de la pérdida de presión por fricción.

Principios de la pérdida de presión por fricción

Existen cuatro principios básicos que rigen la pérdida de presión por fricción en mangueras contraincendios y tuberías. Éstos se muestran en los siguientes apartados.

Primer principio

Si todas las otras condiciones son iguales, la pérdida de presión por fricción depende directamente de la longitud de la manguera o de la tubería. Este principio puede ilustrarse con una manguera de 30 m (100 pies) de largo y otra de 60 m (200 pies) (véase la figura 6.23). Por ambas pasa un flujo constante de 800 L/min (200 gpm). La manguera de 30 m (100 pies) tiene una pérdida de presión por fricción de 70 kPa (10 lb/pulg²). La pérdida de presión por fricción de la manguera de 60 m (200 pies) es dos veces superior a la de la manguera de 30 m (100 pies), es decir, que es de 140 kPa (20 lb/pulg²). (NOTA: más adelante en este manual, aprenderá cómo calcular la pérdida de presión por fricción.)

Segundo principio

Si las mangueras son del mismo tamaño, la pérdida de presión por fricción equivale a la multiplicación por el cuadrado del incremento de la velocidad del flujo (véase la figura 6.24). Este principio demuestra que la pérdida de presión por fricción crece mucho más rápido que la velocidad. (Recuerde que la velocidad es proporcional al flujo.) Por ejemplo, una manguera de 77 mm (3 pulgadas) de diámetro por la que fluye agua a 800 L/min (200 gpm) experimenta una pérdida de presión por fricción de 22,4 kPa (3,2 lb/pulg²). Si el flujo se duplica y pasa de 800 L/min a 1.600 L/min (de 200 a 400 gpm), la pérdida de

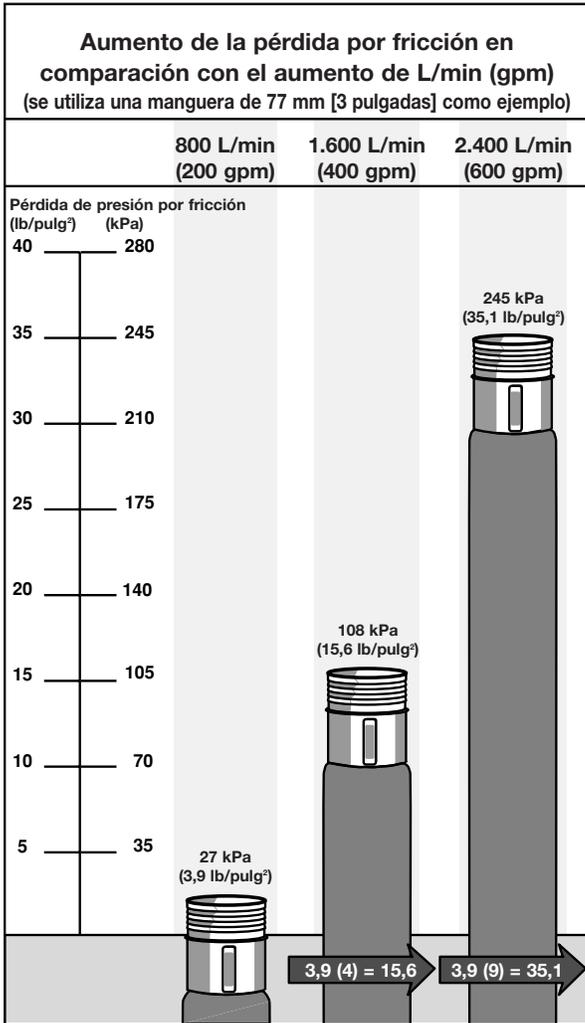


Figura 6.24 Si aumenta la velocidad del chorro, la pérdida por fricción aumenta a una proporción incremental más elevada.

presión por fricción se multiplica por cuatro ($2^2 = 4$) y alcanza 89,6 kPa (12,8 lb/pulg²). Si el flujo original se triplica y pasa de 800 L/min a 2.400 L/min (de 200 a 600 gpm), la pérdida de presión por fricción se multiplica por nueve ($3^2 = 9$) y alcanza 201,6 kPa (28,8 lb/pulg²).

Tercer principio

Si la descarga es igual, la pérdida de presión por fricción es inversamente proporcional a la quinta potencia del diámetro de la manguera. Este principio demuestra que es mejor utilizar mangueras con un diámetro grande y puede ilustrarse con una manguera de 65 mm (2,5 pulgadas) de diámetro y otra de 77 mm (3 pulgadas). La pérdida de presión por fricción en la manguera de 77 mm (3 pulgadas) es de:

$$\frac{(65)^5}{(77)^5} = \frac{1.160.290.625}{2.706.784.157} = 0,4 \text{ de la pérdida de presión por fricción de la manguera de 65}$$

$$\frac{(2,5)^5}{3^5} = \frac{98}{243} = 0,4 \text{ de la pérdida de presión por fricción de la manguera de 2,5 pulgadas}$$

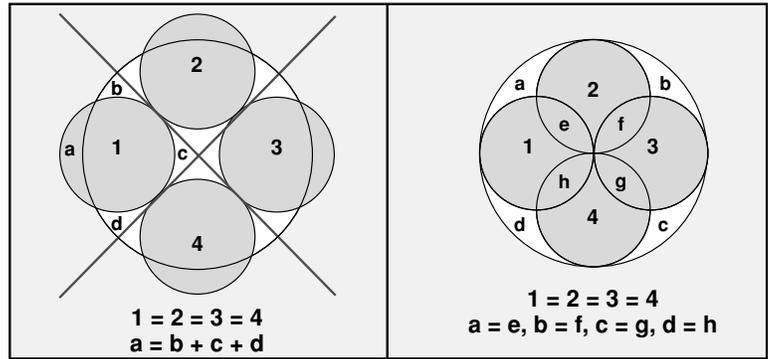


Figura 6.25 Si se duplica el diámetro de la manguera, la apertura de la manguera se multiplica aproximadamente por cuatro.

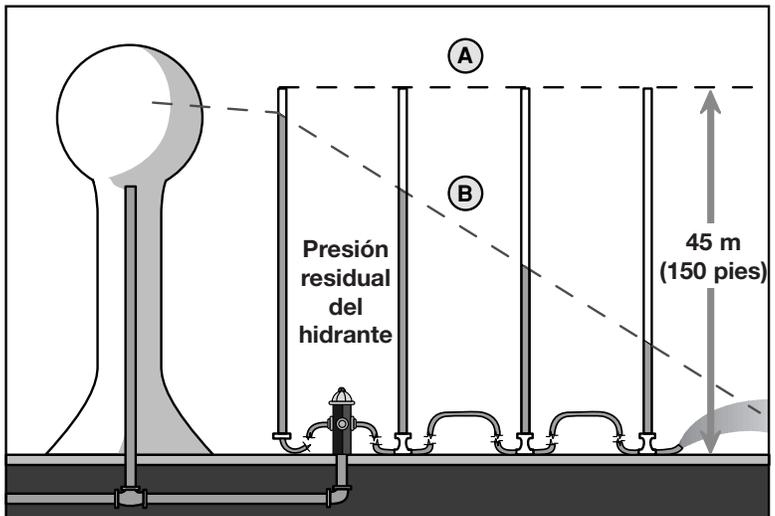


Figura 6.26 La línea A indica la presión estática. La distancia entre las líneas A y B indica la pérdida por presión debida a la fricción. Observe que no hay ninguna boquilla en el extremo de la manguera.

Cuarto principio

Para una velocidad de flujo determinada, la pérdida de presión por fricción será aproximadamente igual, independientemente de cuál sea la presión del agua. Este principio explica por qué las mangueras o tuberías con una presión diferente pero con un mismo flujo de agua experimentan la misma pérdida de presión por fricción; por ejemplo, si por una manguera de 77 mm (3 pulgadas) fluye agua a 400 L/min (100 gpm) en un tiempo determinado, el agua debe ir a una velocidad específica (metros por segundo [pies por segundo]). Para que una manguera de 38 mm (1,5 pulgadas) tenga el mismo flujo, la velocidad debe incrementarse en mucho. Para que el agua pueda fluir a 400 L/min (100 gpm) a la misma velocidad a la que fluye por una manguera de 77 mm (3 pulgadas), se necesitan cuatro mangueras de 38 mm (1,5 pulgadas) (véase la figura 6.25).

Mientras que los tamaños de las tuberías son fijos, el diámetro interior de algunas marcas de mangueras tiende a dilatarse más que el de otras marcas sometidas a

presiones superiores. Aunque puede que ambas marcas de manguera estén comercializadas como mangueras de 45 mm (1,75 pulgadas), puede que una de estas marcas se dilate hasta los 50 mm (2 pulgadas) cuando está cargada. Tenga presente que esta tendencia disminuye la velocidad y, por tanto, disminuye la pérdida de presión por fricción.

Otros factores que influyen en la pérdida de presión por fricción

Una de las propiedades físicas del agua es que es prácticamente incompresible. Esto significa que el mismo volumen de agua que se suministra a una manguera contraincendios bajo presión en un extremo se descargará en el extremo opuesto. El tamaño de la manguera determina la velocidad para un volumen de agua específico. Cuanto más pequeña sea la manguera, mayor será la velocidad necesaria para descargar el mismo volumen.

La pérdida de presión por fricción en un sistema aumenta a medida que también lo hace la longitud de una manguera o tubería. La presión de flujo siempre será superior cerca de la fuente de abastecimiento y menor en el punto más lejano del sistema. En la figura 6.26, se muestra una situación específica en un sistema de agua y el tendido de una manguera contraincendios. Se llena un tanque elevado hasta que el agua alcanza una altura de 45 m (150 pies). Las conexiones de las tuberías a los hidrantes se encuentran en la base del tanque. Desde el hidrante, se tienden 90 m (300 pies) de una manguera de 65 mm (2,5 pulgadas) a lo largo de la calle con una válvula en el extremo. Imagínese un tubo de cristal de 45 m (150 pies) conectado a la manguera cada 30 m (100 pies) colocado verticalmente, de modo que el extremo superior se encuentra a la misma altura que el tanque elevado. Con la válvula cerrada, el agua en todos los tubos permanecería en la línea A, que está al mismo nivel que el agua en el tanque. Esta línea indica la presión estática.

Si se abre la válvula del extremo de la boquilla, el agua fluye moderadamente a una presión baja. Si se abre directamente el hidrante, el flujo será mayor, así como la presión. En otras palabras, la presión del flujo no es tan alta en el extremo de la manguera como en el hidrante. En lugar de transportar el agua a la altura del extremo superior de los tubos de cristal, se transporta hasta la línea B. La diferencia en el nivel de agua de los tubos indica la presión utilizada para superar la pérdida de presión por fricción en los tramos de la manguera entre los tubos. La pérdida de presión en cada intervalo de 30 m (100 pies) y la descarga reducida muestran que la línea sufre una pérdida de presión por fricción.

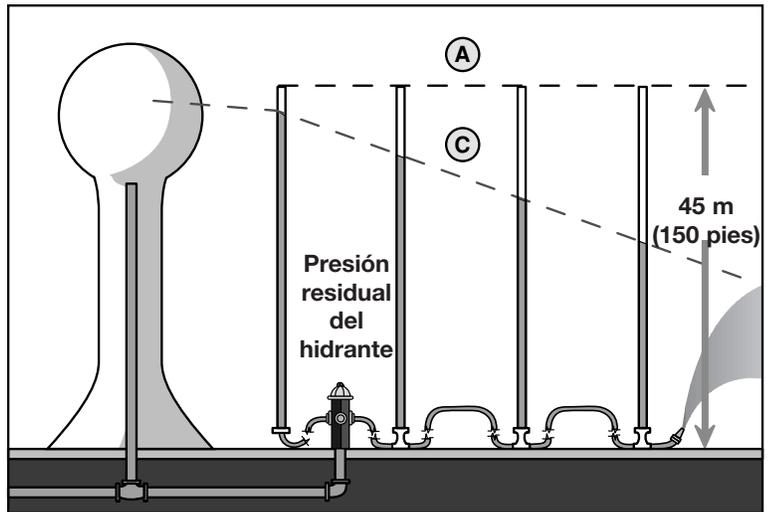


Figura 6.27 Si se une una boquilla al extremo de la manguera, el volumen del flujo de agua disminuye. Esto produce una pérdida de presión por fricción menor.

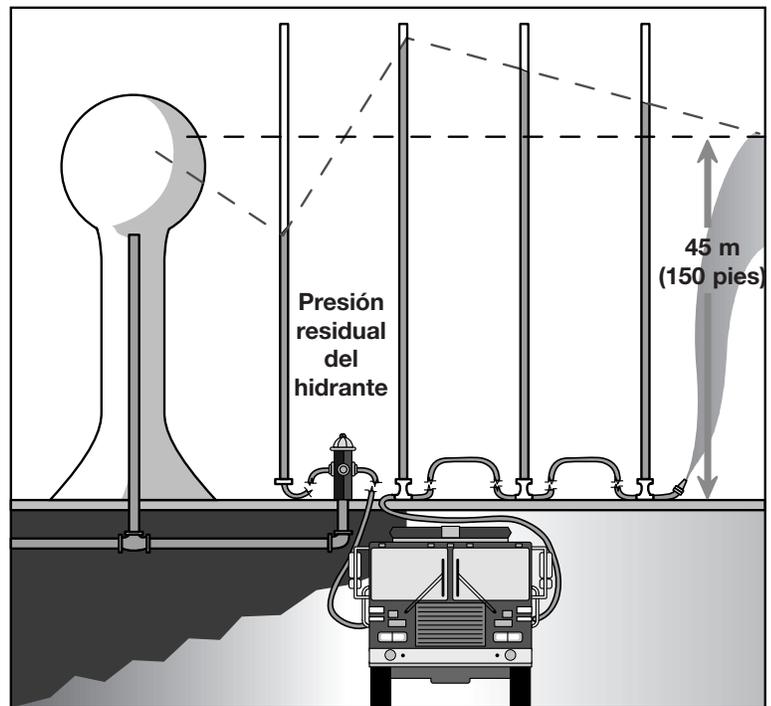


Figura 6.28 Si se utiliza un autobomba para aumentar la presión del agua, la presión residual cae y que la presión de descarga aumenta. El agua en el primer tubo ha disminuido debido al aumento del índice de flujo

Una manguera contraincendios abierta produce un chorro que no suele tener ninguna utilidad para apagar un fuego. Se necesita algún tipo de boquilla para dar forma al chorro. Si en el sistema se coloca una boquilla cerrada con un extremo de 25 mm (1 pulgada), el nivel de agua en los tubos de cristal vuelve a ser el de la línea A. Al abrir la boquilla, el nivel del agua cae hasta la línea C. Observe que la línea C de la figura 6.27 es considerablemente superior a la línea B de la figura 6.26 y que se ha conseguido un chorro contraincendios con un cierto alcance.

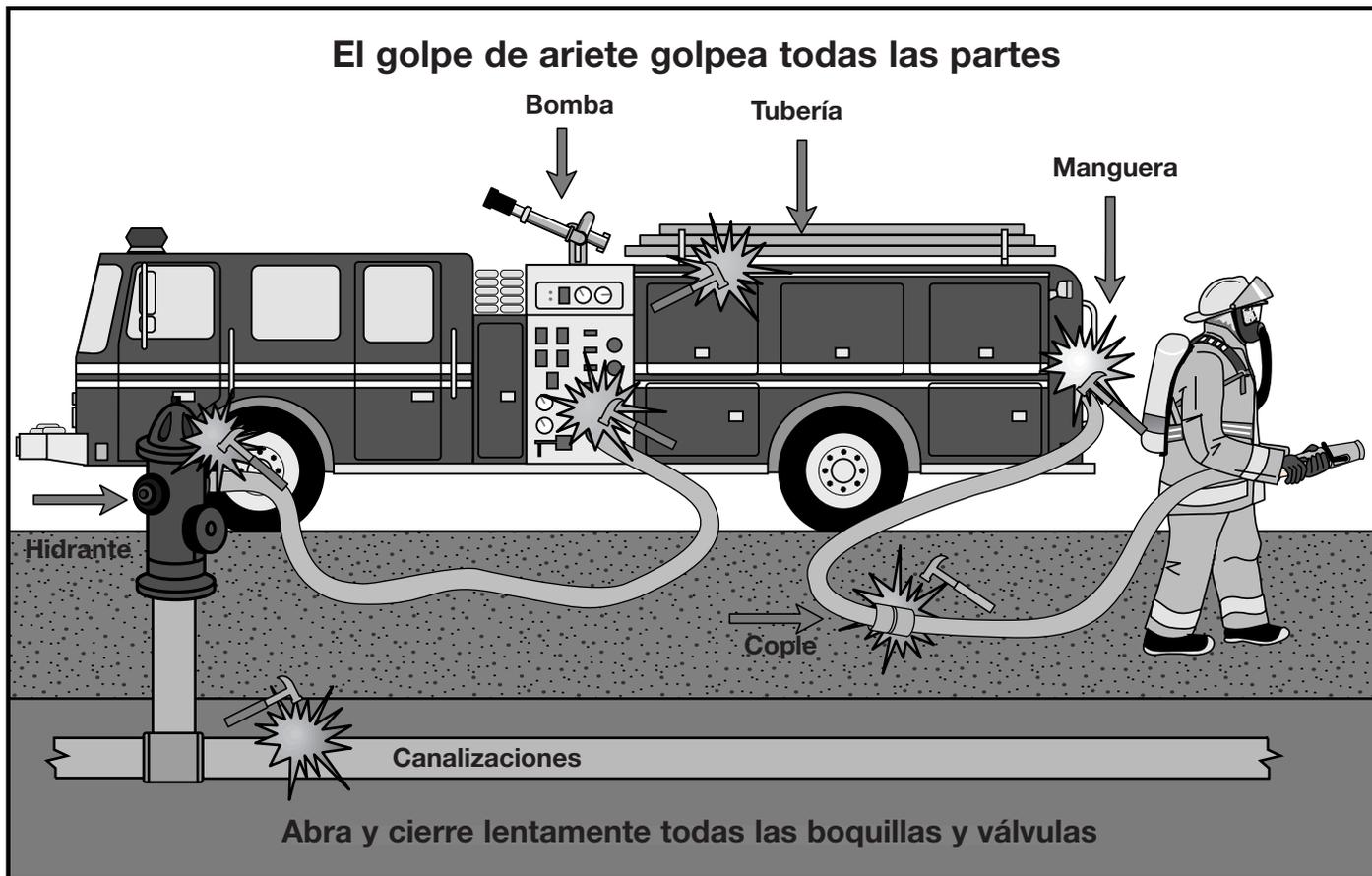


Figura 6.29 El golpe de ariete puede dañar cualquier parte del sistema de distribución de agua o cualquier vehículo contraincendios conectado al sistema.

Si se sustituye el extremo de 25 mm (1 pulgada) por uno de 19 mm (0,75 pulgadas), el nivel del agua en el tubo de cristal aumenta aún más. La velocidad crece, pero la cantidad de flujo disminuye. Cuando esto sucede, baja la velocidad del agua en la manguera y, como consecuencia, la pérdida de presión por fricción es menor.

Observe la altura del agua en los primeros tubos de cristal de las figuras 6.26 y 6.27. El nivel de agua en estos tubos indica un buen abastecimiento de presión residual en la tubería de agua. Bajo estas condiciones, se recomienda colocar un autobomba en la línea del hidrante (véase la figura 6.28). La utilización de una bomba en ese lugar proporciona una fuerza adicional, por lo que la presión de la manguera aumenta. Esta presión adicional hace posible que se produzcan chorros contraincendios eficaces. Asimismo, puede aumentarse la longitud de la manguera hasta el punto de proporcionar un chorro maestro.

Es importante recordar que existen límites prácticos para la velocidad de un chorro. Si éstos se sobrepasan, la fricción es tan grande que el chorro se agita por causa de la resistencia. Esta agitación provoca un grado de turbulencia llamado *velocidad crítica*. Más allá de este

punto, es necesario aumentar el flujo y reducir la fricción de las líneas de manguera paralelas o siamesas.

Reducción de la pérdida de presión por fricción

Algunas características de los tendidos de mangueras influyen en la pérdida de presión por fricción, como, por ejemplo:

- La longitud de la manguera
- El diámetro de la manguera
- Los dobleces agudos (pliegues) en la manguera

Normalmente, es posible minimizar los dobleces agudos (pliegues) en la manguera utilizando las técnicas de manipulación adecuadas. Para que la pérdida de presión por fricción debida a la longitud o al diámetro de la manguera disminuya, es necesario reducir la longitud de la manguera o aumentar su diámetro. (Puede que esto no sea posible durante una situación de incendio). Aunque la manguera debe ser lo bastante larga como para llegar hasta el lugar deseado, debe eliminarse la manguera sobrante para reducir el exceso de pérdida de presión por fricción.

Como normalmente resulta seguro incrementar el flujo de agua para combatir un incendio, se acepta la

utilización de mangueras con un diámetro mayor para reducir la pérdida de presión por fricción. Sin embargo, el tamaño de la manguera no debe ser tan grande que dificulte su utilización. Para que sea factible, las mangueras que componen las líneas de mano no deben superar los 77 mm (3 pulgadas) de diámetro.

Golpe de ariete

El agua que se mueve a través de una tubería o manguera posee un peso y una velocidad. El peso del agua aumenta a medida que se incrementa el tamaño de la tubería o de la manguera. Si se detiene repentinamente el flujo de agua a través de una manguera o de una tubería, se produce una oleada de presión en el sentido opuesto, a menudo a mayor presión que la original. Esta oleada se denomina *golpe de ariete*. Éste puede dañar la bomba, los dispositivos, la manguera o el sistema municipal de aguas (véase la figura 6.29). Para que no se produzca un golpe de ariete, abra y cierre siempre lentamente los controles de la boquilla, los hidrantes, las válvulas y las abrazaderas de mangueras. Equipe los orificios de entrada del vehículo y las salidas que se encuentren a una cierta distancia con dispositivos para liberar la presión, de modo que el equipo no resulte dañado.

Principios de los sistemas municipales de abastecimiento de agua

Los sistemas de agua públicos y/o privados proporcionan los métodos de abastecimiento de agua a las zonas pobladas. A medida que la población aumenta en las zonas rurales, estas comunidades desean mejorar los sistemas de distribución de agua procedente de fuentes seguras.

El departamento de aguas puede ser un servicio público independiente y gestionado por el municipio o por una autoridad regional o privada competente del suministro público de agua. Su función principal consiste en proporcionar agua potable. Los miembros del servicio de aguas deben considerarse como personas expertas en los problemas de abastecimiento de agua. El cuerpo de bomberos debe trabajar juntamente con el servicio de aguas para planificar la cobertura de protección contra incendios. El servicio de aguas debe comprender que el abastecimiento de agua es muy importante para los cuerpos de bomberos y debe trabajar con ellos en materia de necesidades de abastecimiento de agua y de ubicaciones y tipos de hidrantes.

Un sistema de abastecimiento de agua está formado por un gran número de elementos distintos. El sistema está compuesto básicamente por los siguientes

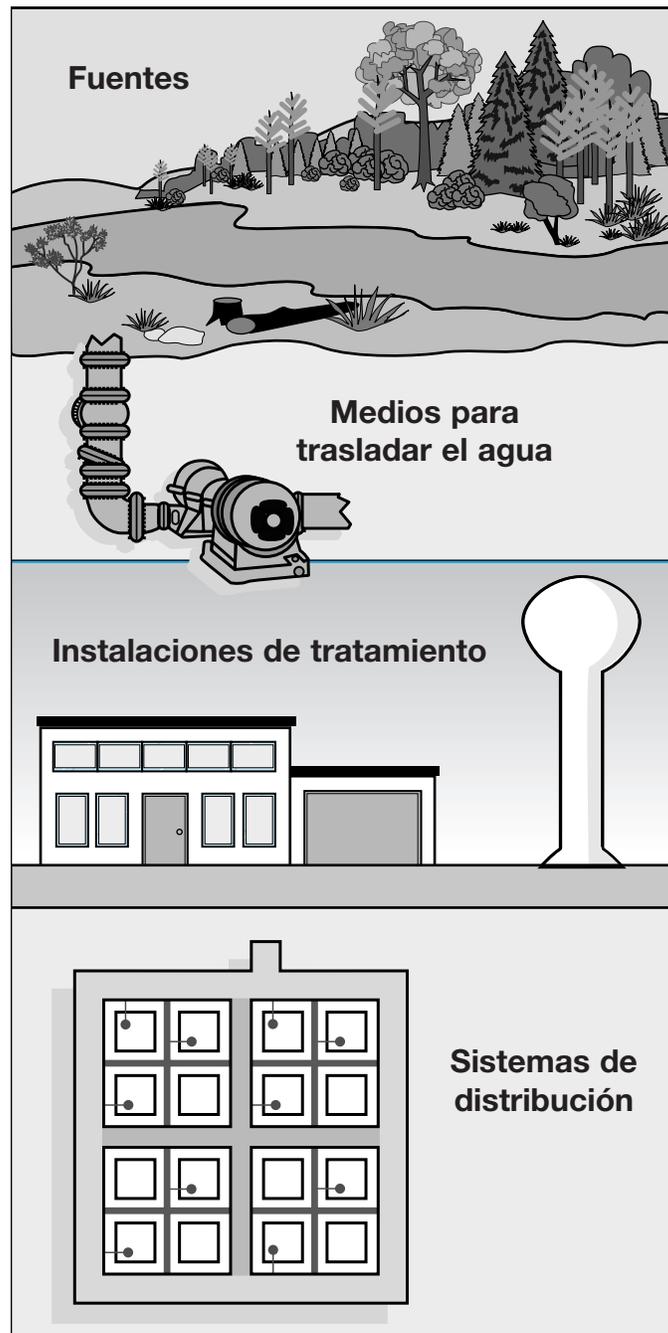


Figura 6.30 Todos los sistemas de agua están formados por cuatro elementos principales.

elementos fundamentales, que se estudian en las siguientes subsecciones (véase la figura 6.30):

- Fuente de abastecimiento de agua
- Medios de transporte de agua
- Instalaciones de procesamiento o tratamiento de agua
- Sistema de distribución y almacenaje de agua

Fuentes de abastecimiento de agua

El abastecimiento principal de agua se puede obtener de aguas superficiales o subterráneas. Aunque la mayoría



Figura 6.31 La fuente estática de abastecimiento de agua necesita algún tipo de bombeo para introducir el agua en el sistema.

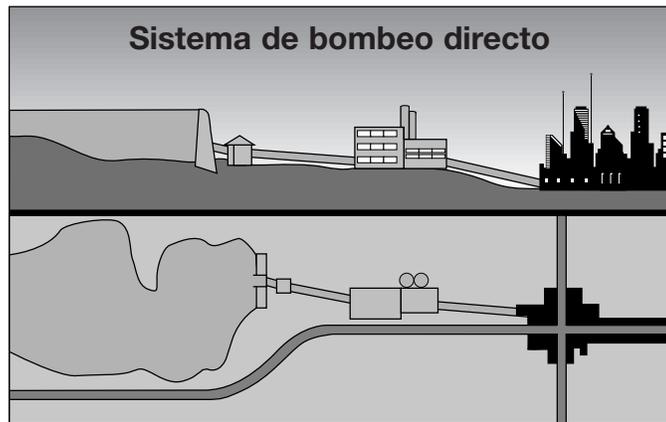


Figura 6.32 Se utiliza un sistema de bombeo directo siempre que el agua no posea la elevación suficiente para crear la presión adecuada.

de los sistemas se abastecen de una sola fuente, en algunos casos se utilizan ambas. Dos ejemplos de abastecimiento procedente de aguas superficiales son los ríos y los lagos (véase la figura 6.31). El abastecimiento de agua subterráneo puede consistir en pozos de agua o en manantiales de agua.

La cantidad de agua necesaria en una comunidad puede determinarse mediante un cálculo de ingeniería. Éste corresponde a la cantidad total de agua necesaria para usos domésticos e industriales, así como para los bomberos. En las ciudades, las necesidades domésticas/industriales sobrepasan a las del cuerpo de bomberos. En cambio, en los pueblos, las necesidades de la protección contra incendios pueden superar a las demás.

Medios de transporte de agua

Existen tres métodos para transportar agua en un sistema:

- Sistema de bombeo directo
- Sistema por gravedad
- Sistema combinado

Sistema de bombeo directo

Los sistemas de bombeo directo utilizan una o más bombas que toman agua de la fuente principal y la descargan a través de los procesos de filtración y tratamiento (véase la figura 6.32). Desde ese punto, una serie de bombas empuja el agua hacia el interior del sistema de distribución. Si no es necesario purificar el agua, ésta puede bombearse directamente al sistema de distribución desde la fuente principal. Las averías en las líneas de abastecimiento y en las bombas suelen solventarse duplicando estas unidades y proporcionando una fuente de energía secundaria.

Sistema por gravedad

Un sistema por gravedad utiliza una fuente de agua primaria situada en un punto más elevado que el sistema de distribución (véase la figura 6.33). El flujo por gravedad desde el punto más elevado proporciona presión al agua. Ésta sólo suele ser suficiente cuando la fuente primaria de agua está situada al menos unos centenares de metros (pies) por encima del punto más alto del sistema de distribución de agua. Los ejemplos más habituales son un embalse situado en una montaña que suministre agua a un municipio por debajo de dicho embalse o un sistema de tanques elevados en el mismo municipio.

Sistema combinado

La mayoría de comunidades utiliza una combinación de los sistemas de bombeo directo y por gravedad (véase la figura 6.34). En la mayoría de casos, el flujo por gravedad se suministra mediante tanques de almacenaje elevados. Estos tanques se utilizan como almacenes de emergencia y proporcionan la presión adecuada mediante gravedad. Si la presión del sistema es elevada en periodos de bajo consumo, se abren las válvulas automáticas y, de este modo, se llenan los tanques de almacenaje elevados. Si la presión disminuye en periodos de gran consumo, estos tanques proporcionan una cantidad extra de agua volviendo a introducirla en el sistema de distribución. Para disponer de un buen sistema combinado, hace falta tener dos equipos fiables y contenedores de almacenaje del tamaño adecuado ubicados en posiciones estratégicas.

Asimismo, el agua almacenada en tanques elevados puede garantizar el abastecimiento de agua cuando el sistema no funciona. Debe ser suficiente para satisfacer las demandas doméstica e industrial, además de las demandas que se esperan de las actuaciones de los bomberos. También debe ser suficiente para que se puedan realizar la mayoría de reparaciones, modificaciones o mejoras en el sistema. La ubicación del tanque de almacenaje y la capacidad de las tuberías que salen de él también son factores importantes.

Existe un gran número de industrias que tiene sus propios sistemas como, por ejemplo, tanques elevados de almacenaje, que se encuentran a disposición del cuerpo de bomberos.

Algunas comunidades pueden disponer del agua para la lucha contraincendios guardada en sistemas de almacenaje, como cisternas, que se consideran parte del sistema de distribución. El autobomba del cuerpo de bomberos extrae el agua de estas fuentes por succión (proceso mediante el cual una bomba que esta por encima del nivel de una fuente estática aspira agua de ésta) y proporciona presión a través de la bomba. Las actuaciones de succión se explican más adelante en este manual.

Instalaciones de procesamiento o tratamiento de agua

El tratamiento del agua en el sistema de abastecimiento es un proceso vital (véase la figura 6.35). El agua se trata para eliminar productos contaminantes que pueden perjudicar la salud de quienes la utilizan o la beben. El agua puede tratarse por coagulación, sedimentación, filtración, o añadiendo elementos químicos, bacterias u otros organismos. Además de retirar elementos del agua, también se pueden añadir sustancias como flúor u oxígeno.

La principal preocupación del cuerpo de bomberos con respecto a las instalaciones de tratamiento es que un error de mantenimiento, un desastre natural, una falta de energía o un incendio pueden estropear la estación o las estaciones de bombeo o dañar gravemente el proceso de purificación. Cualquiera de estas situaciones reduciría drásticamente el volumen y la presión del agua disponible para las actuaciones contraincendios. Otro

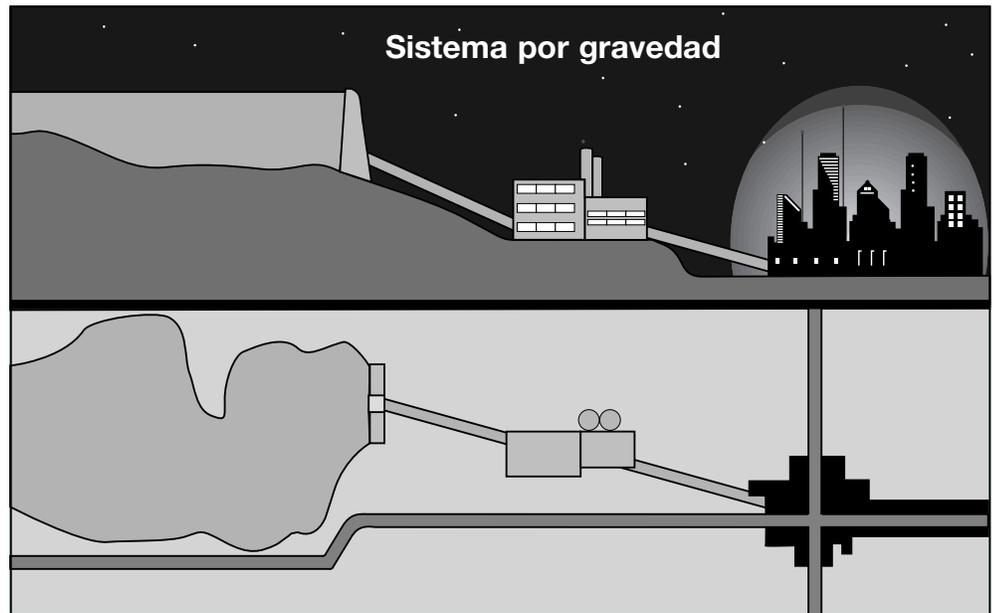


Figura 6.33 En los lugares donde la fuente está en una posición elevada, se utiliza un sistema por gravedad.

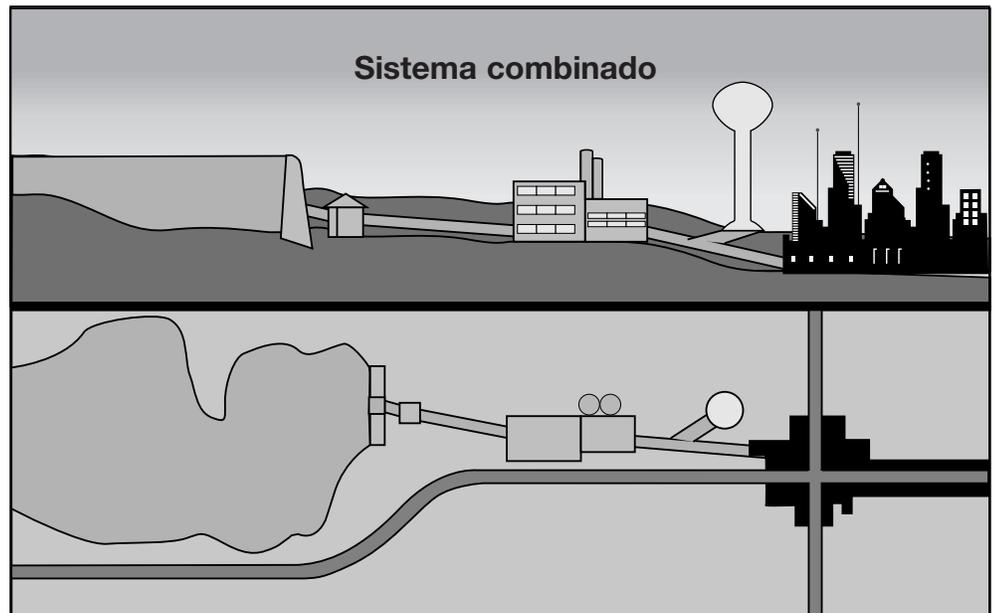


Figura 6.34 Combinación de un sistema de bombeo directo con un sistema por gravedad utilizado para almacenar el agua durante los periodos de consumo bajo. Después, este agua puede utilizarse para el consumo si éste excede la capacidad de bombeo.

problema sería la incapacidad del sistema de tratamiento para procesar el agua a la velocidad necesaria para satisfacer la demanda. En cualquier caso, el cuerpo de bomberos debe disponer de un plan para solventar estos posibles cortes de abastecimiento.

Sistema de distribución del agua

El sistema de distribución del sistema de abastecimiento general recibe el agua de la estación de bombeo y la transporta a toda la zona de servicio. La



Figura 6.35 En la mayoría de los casos, las instalaciones de tratamiento de agua se encuentran adyacentes a la fuente de abastecimiento.

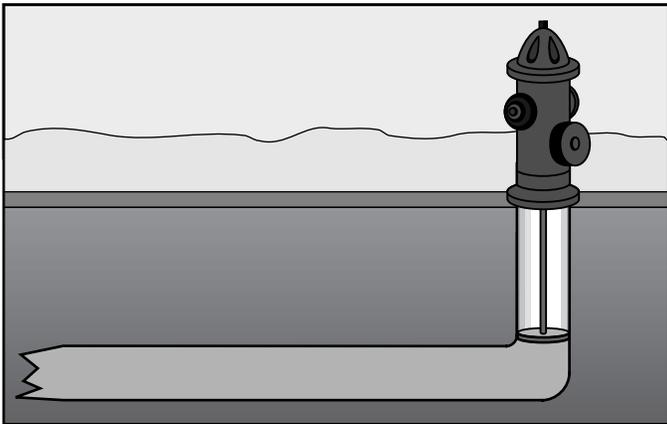


Figura 6.36 Los hidrantes de extremo muerto no siempre proporcionan un flujo de agua seguro para las actuaciones de los bomberos.

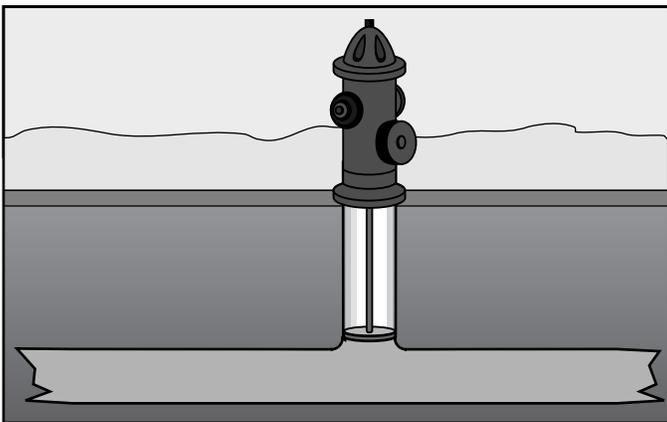


Figura 6.37 Los hidrantes de alimentación circular reciben agua de dos direcciones.

capacidad de un sistema de distribución para hacer llegar la cantidad adecuada de agua depende de la capacidad de transporte de la red de tuberías. Cuando el agua fluye por las tuberías, el movimiento causa fricción, lo que reduce la presión. Si los hidrantes se abastecen

desde dos o más direcciones, la pérdida de presión en el sistema de distribución de agua es mucho menor. Un hidrante que recibe agua de una sola dirección se denomina *hidrante de extremo muerto* (véase la figura 6.36). Si un hidrante recibe agua de dos o más direcciones, se dice que tiene una *alimentación circular* (véase la figura 6.37). Un sistema de distribución que proporciona una alimentación circular desde un gran número de canalizaciones constituye una *red de distribución*. Esta red posee los siguientes elementos (véase la figura 6.38):

- **Tuberías de alimentación primaria:** tuberías grandes (canalizaciones), relativamente anchas, que transportan grandes cantidades de agua a varios puntos del sistema para distribuirla localmente a canalizaciones menores.
- **Tuberías de alimentación secundaria:** conjunto de tuberías de tamaño medio que refuerzan la red en los diversos bucles del sistema de alimentación primaria y que ayudan a la concentración del flujo contraincendios necesario en cualquier punto.
- **Tuberías distribuidoras:** red de canalizaciones menores que abastecen algún hidrante específico o bloques de consumidores.

Para garantizar el agua suficiente, dos o más tuberías de alimentación primaria deben ir de la fuente de abastecimiento hasta las zonas industriales y de alto riesgo de la comunidad utilizando rutas diferentes. Asimismo, las tuberías de alimentación secundaria deben organizarse en bucles tan alejados como sea posible para que en cualquier punto se reciba suministro de dos direcciones. Esta práctica aumenta la capacidad de abastecimiento en cualquier punto y garantiza que no se cortará todo el suministro en caso de rotura de un canal de alimentación.

En las zonas residenciales, el tamaño recomendado de las canalizaciones de abastecimiento de los hidrantes contraincendios es de al menos 150 mm (6 pulgadas) de diámetro. En las proximidades debe existir una red de canalizaciones con conexiones cruzadas de 200 mm (8 pulgadas) a intervalos que no superen los 180 m (600 pies). En las zonas industriales y comerciales, el tamaño mínimo recomendado para las tuberías es de 200 mm (8 pulgadas) y deben presentar conexiones cruzadas cada 180 m (600 pies). Las canalizaciones de 300 mm (12 pulgadas) pueden utilizarse en calles principales y en canalizaciones largas sin conexiones cruzadas a intervalos frecuentes. En las ciudades principales, pueden encontrarse canalizaciones de 1,2 m (48 pulgadas).

Válvulas de canales de agua

La función de una válvula en un sistema de distribución es proporcionar un modo para controlar el flujo de agua a través de las tuberías de distribución. Hay que colocar las válvulas a intervalos frecuentes en la red, de modo que, si es necesario detener el flujo en algunos lugares específicos, sólo se corte el agua de una zona pequeña. Para que las válvulas se mantengan en buenas condiciones, deben utilizarse al menos una vez al año. No suele ser necesario utilizar las válvulas de un sistema, y en ocasiones no se utilizan durante años. La distancia entre válvulas debe permitir que, en caso de avería, sólo una longitud mínima de tubería quede inutilizada.

Uno de los factores más importantes en un sistema de abastecimiento de agua es la capacidad del cuerpo de bomberos para manipular las válvulas durante una emergencia o una avería del equipo. Un servicio de aguas bien organizado mantiene registros de las ubicaciones de todas las válvulas. Hay que inspeccionarlas y utilizarlas con regularidad. Si todas las compañías de bomberos conocen las ubicaciones de las válvulas del sistema de distribución, pueden registrar su estado y su accesibilidad durante las inspecciones de hidrantes. Entonces se informa al servicio de aguas acerca de si alguna válvula necesita ser reparada.

Las válvulas para sistemas de agua suelen dividirse en *indicadoras* y *no indicadoras*. Las válvulas indicadoras muestran si la compuerta o la válvula está abierta, cerrada o parcialmente cerrada. Las válvulas de los sistemas de protección contra incendios privados suelen ser indicadoras. La *válvula de seguridad* y la *válvula de macho* son dos válvulas indicadoras comunes. La válvula de seguridad consiste en un poste de metal hueco unido al cuerpo de la válvula (véase la figura 6.39). El vástago de la válvula del interior del poste tiene escritas las palabras *ABIERTA* y *CERRADA* por lo que muestra la posición de la válvula. Suelen utilizarse en sistemas de abastecimiento privados. La válvula de macho tiene una horquilla en el exterior del vástago roscado que controla la apertura y el cierre de la compuerta (véase la figura 6.40). La parte roscada del vástago queda fuera de la horquilla cuando la válvula está abierta y dentro de ella cuando está cerrada. Suelen utilizarse en sistemas de rociadores, pero también pueden encontrarse en algunas aplicaciones de sistemas de distribución del agua.

Las válvulas no indicadoras del sistema de distribución de agua suelen estar enterradas o instaladas en alcantarillas (véase la figura 6.41). Este tipo de válvulas es el que suele utilizarse en los sistemas públicos de distribución de agua. Si una válvula enterrada está bien instalada, puede manipularse desde la superficie utilizando una caja de válvulas. Para

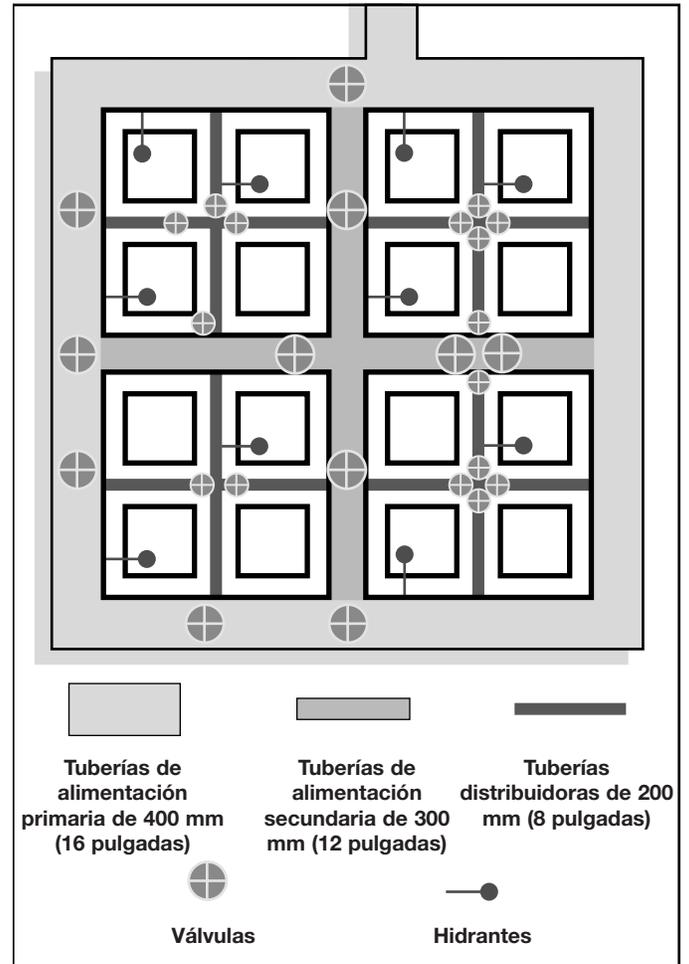


Figura 6.38 Red típica de tuberías para el abastecimiento de agua.



Figura 6.39 La válvula de seguridad muestra el estado de la válvula a través de una ventanilla pequeña.

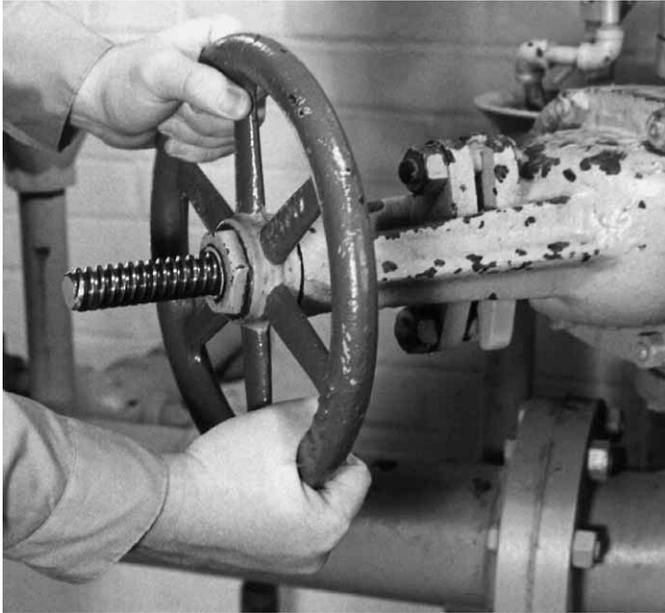


Figura 6.40 Válvula de macho.

manipular la válvula se utiliza una llave de tubo especial situada en el extremo de una barra.

Las válvulas de control de los sistemas de distribución pueden ser válvulas de compuerta o válvulas de mariposa. Ambas válvulas pueden ser indicadoras o no indicadoras. Las válvulas de compuerta pueden ser de vástago móvil o fijo. Las de tipo móvil son similares a la válvula de macho (véase la figura 6.42). En las de vástago fijo, la compuerta sube o baja para controlar el flujo de agua a medida que se hace girar la tuerca con la llave para válvulas. Estas válvulas deben indicar el número de vueltas necesarias para cerrarlas totalmente. Si una válvula ofrece resistencia tras dar menos vueltas de las indicadas, esto suele significar que está atascada por escombros u otras obstrucciones. Las válvulas de mariposa cierran de forma ajustada y suelen disponer de un asiento de caucho o de composición de caucho unido al cuerpo de la misma (véase la figura 6.43). El disco de la válvula gira 90 grados desde la posición totalmente abierta hasta la totalmente cerrada. La válvula de mariposa no indicadora también necesita una llave para válvulas. El principio de funcionamiento de este tipo de válvula proporciona un buen control del agua después de largos periodos de inactividad.

Las ventajas de la instalación adecuada de una válvula en un sistema de distribución son evidentes. Si se instalan las válvulas según las normas establecidas, sólo será necesario cerrar uno o quizá dos hidrantes durante la reparación de una rotura. Sin embargo, una instalación adecuada pierde ventajas si no se mantienen todas las válvulas adecuadamente y no se dejan totalmente abiertas. Las válvulas que sólo están parcialmente

abiertas provocan una elevada pérdida de presión por fricción. Cuando las válvulas están cerradas o parcialmente cerradas, puede que esta situación no se perciba en los flujos de agua domésticos habituales. En consecuencia, la avería no se apreciará hasta que se produzca un incendio o hasta que se realicen inspecciones detalladas y pruebas de flujo contraincendios. Un cuerpo de bomberos tendrá dificultades para obtener agua en zonas donde en el sistema de distribución existen válvulas cerradas o parcialmente cerradas.

Tuberías de agua

Las tuberías de agua enterradas suelen fabricarse de hierro colado, hierro dúctil, fibrocemento, acero, plástico u hormigón. Cuando se instala una tubería, tiene que ser del tipo adecuado para las condiciones del suelo y para las presiones que tendrá que soportar. Si se instalan canalizaciones para el agua en suelos inestables o corrosivos, o en zonas de difícil acceso, se utilizan tuberías de hormigón armado o de acero debido a su resistencia. Algunas de las zonas que necesitan protección adicional son los subsuelos de las vías del tren y de las autopistas, zonas cercanas a maquinaria industrial pesada, zonas propensas a sufrir terremotos, o zonas con terreno accidentado.

La superficie interior de la tubería, independientemente del material del que esté fabricada, ofrece resistencia al flujo del agua. Sin embargo, algunos materiales presentan una resistencia considerablemente menor que otros. El personal de la división de ingeniería del servicio de aguas debe determinar qué tipo de tubería se adapta mejor a las condiciones existentes.

La cantidad de agua que fluye por una tubería y la cantidad de pérdida de presión por fricción producida también pueden verse afectadas por otros factores. Con frecuencia, la pérdida de presión por fricción aumenta si existen minerales incrustados en la superficie interior de la tubería. Otro problema es la sedimentación provocada por el agua. Estas dos condiciones reducen el tamaño de la tubería y aumentan la pérdida de presión por fricción, por lo que disminuye la cantidad de agua que se puede succionar del sistema.

Capacidad del sistema de aguas

Cuando los ingenieros diseñan un sistema de distribución de aguas, tienen en cuenta tres niveles de consumo básicos. Estos tres niveles establecen una base a la cual pueden añadirse los requisitos de flujo de agua para el uso contraincendios durante el proceso de diseño. Asimismo, permiten a los ingenieros y al personal de protección contraincendios determinar el grado de adecuación del sistema de distribución de aguas. El



Figura 6.41 Ensamblaje típico de una válvula subterránea de abastecimiento de agua.

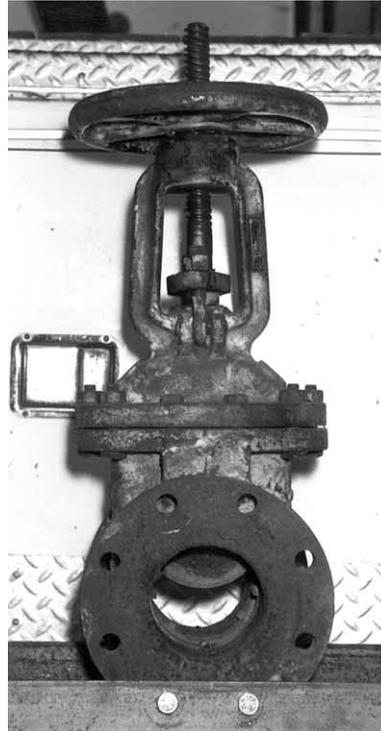


Figura 6.42 Válvula de compuerta de vástago móvil.

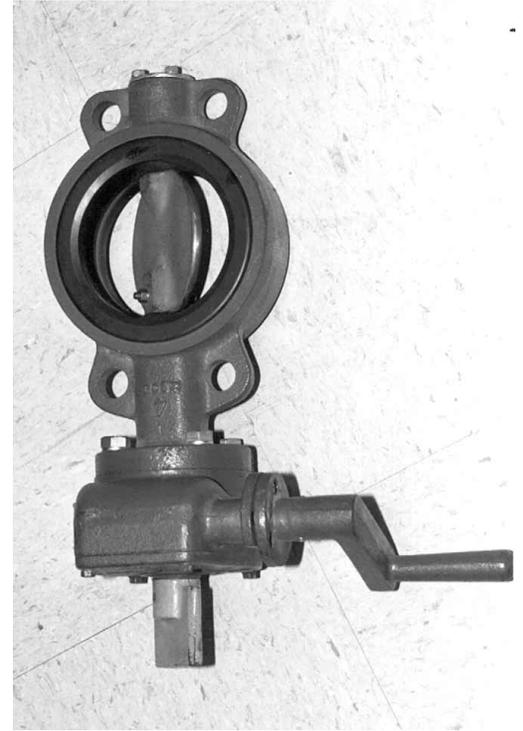


Figura 6.43 En los sistemas privados de abastecimiento de agua suelen utilizarse válvulas de mariposa.

conductor/operario debe conocer los siguientes términos, ya que suelen aparecer durante las pruebas de abastecimiento de agua.

El *consumo medio diario* es el promedio de la cantidad total de agua que se utiliza en un sistema de distribución de aguas durante un año. El *consumo diario máximo* es la cantidad total máxima de agua utilizada durante un intervalo de 24 horas en un periodo de 3 años. Las situaciones especiales, tales como rellenar un depósito después de limpiarlo, no deben considerarse al determinar el consumo máximo diario. El *consumo máximo por hora* es la cantidad máxima de agua que se utiliza en un intervalo de una hora a lo largo del día.

El consumo diario máximo suele estar en torno a una vez o una vez y media el promedio del consumo diario. El consumo máximo por hora suele oscilar entre dos o cuatro veces la cantidad del consumo normal por hora. El efecto que tienen estos niveles de consumo cambiantes sobre la capacidad del sistema de descargar los flujos contraincendios necesarios varía según el diseño del sistema. Tanto el consumo máximo diario como el consumo máximo por hora deben tenerse en cuenta para garantizar que los abastecimientos y la presión del agua no se reducen a niveles peligrosos durante estos periodos. Durante estos periodos debe disponerse de la cantidad necesaria de agua por si se produce un incendio.

Sistemas privados de abastecimiento de agua

Además de los sistemas públicos de abastecimiento de agua que dan servicio a la mayoría de comunidades, el personal del cuerpo de bomberos debe conocer los principios básicos de los sistemas privados de abastecimiento de agua que pueden existir en su jurisdicción. Los sistemas privados de abastecimiento de agua suelen encontrarse en grandes superficies comerciales, industriales o institucionales. Pueden abastecer a un gran edificio o a un conjunto de edificios en un complejo. En general, el sistema privado de abastecimiento de agua sirve para alguna de las tres funciones siguientes:

- Proporcionar agua sólo para la protección contraincendios
- Proporcionar agua para la protección contraincendios y la higiene
- Proporcionar agua para la protección contraincendios y los procesos de fabricación

El diseño de los sistemas privados de abastecimiento de agua suele parecerse al de los sistemas municipales descritos anteriormente en este capítulo. En la mayoría de casos, los sistemas privados de abastecimiento reciben el agua de algún sistema municipal de



Figura 6.44 Los sistemas privados de abastecimiento de agua suelen disponer de sus propias instalaciones de bombeo.

abastecimiento de agua. En algunas ocasiones, el sistema privado puede tener su propia fuente de abastecimiento de agua, independiente del sistema municipal de abastecimiento de agua (véase la figura 6.44).

En algunos casos, una propiedad puede abastecerse de dos fuentes de agua para la protección contraincendios: una del sistema municipal y otra de una fuente privada. En muchos casos, el agua de la fuente privada para la protección contraincendios no es potable. En estos casos, es necesario tomar las medidas adecuadas para prevenir la contaminación causada por el reflujo del agua no potable en el sistema municipal de abastecimiento de agua. Para evitar este problema, puede utilizarse una variedad de medidas de prevención del reflujo. Algunas jurisdicciones no permiten la interconexión de los sistemas de abastecimiento de agua potable con los de agua no potable. Esto significa que la propiedad protegida debe mantener dos sistemas completamente separados.

Casi en todo el mundo, los sistemas privados de abastecimiento de agua disponen de tuberías para la protección contraincendios independientes de las de los servicios domésticos/industriales. Esto contrasta con los sistemas municipales de abastecimiento de agua, en los que los hidrantes se conectan a las mismas tuberías que distribuyen el agua para usos domésticos e industriales. Los sistemas independientes son muy caros para la mayoría de aplicaciones municipales, pero resultan económicos para muchas aplicaciones privadas. Un sistema de tuberías independiente en un sistema privado de abastecimiento de agua presenta una serie de ventajas, como:

- El propietario de las instalaciones controla la fuente de abastecimiento de agua.
- Ninguno de los sistemas (para protección contraincendios o para usos domésticos/industriales) se verá afectado por las interrupciones que se produzcan en el otro sistema.

Tenga presente que los sistemas privados de abastecimiento de agua que dependen únicamente del sistema municipal de aguas como fuente de abastecimiento están sujetos a interrupciones del servicio en caso de que se produzca una avería en el sistema municipal.

El personal del cuerpo de bomberos debe conocer el diseño y la fiabilidad de los sistemas privados de abastecimiento de agua de su jurisdicción. Los sistemas grandes y con un buen mantenimiento proporcionan una fuente fiable de agua para la protección contraincendios. En cambio, no se debe confiar en los sistemas con capacidad reducida y con mantenimiento deficiente, ni en los sistemas privados de abastecimiento de agua que, por otras razones, no resulten seguros, ya que no son fiables para cubrir todas las necesidades de agua de las actuaciones de lucha contraincendios. La experiencia nos demuestra que muchas pérdidas causadas por el fuego se debieron, al menos en parte, al mal funcionamiento de los sistemas privados de abastecimiento de agua que los bomberos municipales utilizaban para solucionar el incidente. Los problemas por cortes de electricidad en instalaciones cuyo sistema de protección contraincendios funcionaba con bombas eléctricas han ocasionado pérdidas desastrosas.

Si existen dudas acerca de la seguridad de un sistema privado de abastecimiento de agua o acerca de su capacidad para proporcionar una cantidad adecuada de agua, de modo que se combata un incendio a gran escala, el cuerpo de bomberos debe realizar los preparativos adecuados para aumentar el abastecimiento privado de agua. Esto puede conseguirse utilizando el agua del sistema municipal de abastecimiento o succionando agua procedente de una fuente estática segura cerca del lugar.

Boquillas para mangueras y velocidades de flujo

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información para que el lector pueda cumplir los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) edición de 1998.

3-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros maestros o de mano eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo, se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Depósito interno
 - Fuente presurizada
 - Fuente estática
 - Trasvase de un depósito interno a una fuente externa
- (a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;** funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados y de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.
- (b) **Habilidades requeridas:** posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, **y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.**

3-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y el tamaño de la línea y la presión de entrada y el flujo deseados, bombear una línea de abastecimiento de 65 mm (2,5 pulgadas) o mayor, de modo que se transfiera la presión

y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

- (a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;** funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.
- (b) **Habilidades requeridas:** posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, **y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.**

6-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros contraincendios eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo, se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Cisterna de agua
 - Fuente presurizada
 - Fuente estática
- (a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;** funcionamiento seguro de la bomba; colocación adecuada del vehículo; consideraciones de seguridad personal; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión, sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) *Habilidades requeridas:* posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizarlo junto con un hidrante contra incendios o con una fuente de agua estática; colocar correctamente el vehículo para llevar a cabo el ataque al incendio; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y **montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.**

6-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y tamaño de la línea, el flujo de bombeo y la presión de entrada deseada, bombear una línea de abastecimiento, de modo que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

(a) *Conocimientos requeridos:* **cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo,**

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contra incendios) Copyright© 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contra incendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto y con los sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) *Habilidades requeridas:* posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizar un hidrante contra incendios en una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y **montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.**

Un *chorro contra incendios* puede definirse como un chorro de agua o de algún otro agente extintor desde el momento en que abandona la boquilla de la manguera hasta que llega al lugar deseado (véase la figura 7.1). La velocidad, la gravedad, el viento y la fricción con el aire afectan a la trayectoria del chorro de agua o del agente extintor. Las presiones de funcionamiento, el diseño y el ajuste de la boquilla, así como las condiciones del orificio de la boquilla influyen en el estado del chorro al abandonar la boquilla. El tipo de chorro contra incendios que se aplica a un fuego depende del tipo de boquilla que se utiliza. El conductor/operario de un autobomba debe conocer los diferentes tipos de boquillas que transporta en el vehículo. Cada tipo de boquilla tiene sus propias velocidad de flujo y presión de descarga. El tipo de boquilla específico utilizado determina también los cálculos hidráulicos que deben llevarse a cabo. Asimismo, en algunos casos el conductor/operario es el responsable de seleccionar la boquilla adecuada para realizar una evolución en particular. Por tanto, debe comprender las capacidades de cada boquilla para poder elegir la correcta.

Este capítulo proporciona al conductor/operario la información básica sobre las boquillas para líneas de mano y para chorros maestros que se utilizan para combatir incendios de materiales combustibles normales utilizando agua o espuma de clase A. Asimismo, se tratan en detalle las presiones adecuadas que hay que utilizar para cada boquilla. En la última parte del capítulo, se ofrecen los



Figura 7.1 Para que un chorro contra incendios sea eficaz, debe dirigirse a la base del incendio.

métodos adecuados para calcular la reacción de boquilla de todos los tipos de boquillas. Si desea más información acerca de las boquillas utilizadas para combatir incendios en líquidos combustibles e inflamables con espumas de clase B, consulte el capítulo 15.

Boquillas para mangueras contraincendios

El cuerpo de bomberos utiliza básicamente tres tipos de chorros contraincendios: chorro directo, chorro nebulizador y chorro de cortina. Se han creado boquillas específicas para cada tipo de chorro, por lo que es importante destacar que una boquilla sólo podrá descargar el chorro para el que ha sido diseñada. Por ejemplo, con una boquilla para chorros nebulizadores no se pueden crear chorros directos. Lo máximo que puede conseguirse con este tipo de boquilla es un chorro parcialmente directo, cuya denominación correcta es *chorro recto*. Los apartados siguientes presentan la información básica necesaria referente a las boquillas para chorros directos y nebulizadores. Más adelante en el apartado de este capítulo dedicado a las boquillas con una función especial, se tratan las boquillas para chorros de cortina.

Boquillas para chorros directos

Un *chorro directo* es un chorro contraincendios producido con una boquilla lisa cuyo orificio es fijo (véase la figura 7.2). La boquilla de chorro directo está diseñada para producir un chorro lo más compacto posible, con un efecto ducha o pulverizador mínimo. Este chorro puede alcanzar áreas que los otros chorros no pueden alcanzar. Pueden utilizarse con líneas de mano, o con chorros maestros portátiles, elevados o montados en vehículos.

Las boquillas de chorro directo están diseñadas para que la forma del agua en el interior de la boquilla vaya reduciéndose gradualmente hasta alcanzar un punto cercano al orificio de salida. En ese punto, la boquilla se convierte en un orificio cilíndrico, cuya longitud equivale a su diámetro o a diámetro y medio (véase la figura 7.3). El propósito de este orificio corto y cilíndrico es dar forma cilíndrica al agua antes de descargarla. La salida lisa de agua beneficia la forma y el alcance del chorro. Cualquier modificación o daño que sufra la boquilla puede alterar significativamente la forma y el funcionamiento del chorro.

El flujo de una boquilla de chorro directo viene determinado por la velocidad del chorro (presión de la boquilla) y el tamaño de la apertura de descarga. Si se utilizan estas boquillas en líneas de mano, la presión de boquilla debe ser de 350 kPa (50 lb/pulg²). Un dispositivo de chorro maestro para chorros directos debe utilizarse a 560 kPa (80 lb/pulg²).

Cómo determinar el flujo de una boquilla para chorros directos

En algunos casos, puede que el conductor/operario necesite determinar la cantidad de agua que descarga

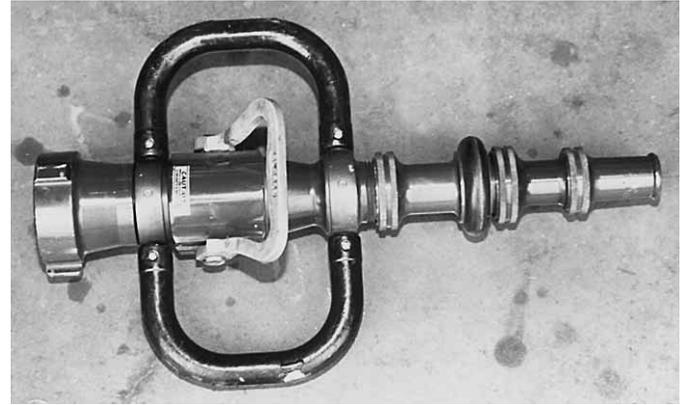


Figura 7.2 Boquilla típica de chorro directo.

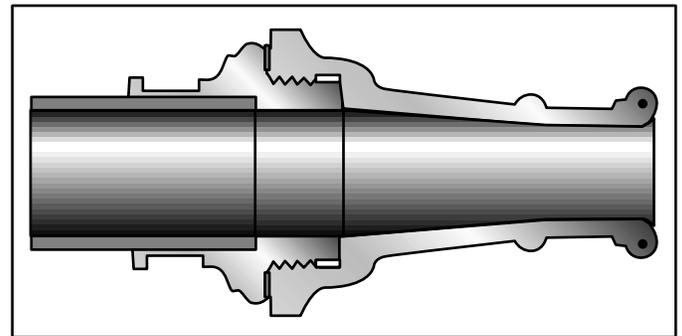


Figura 7.3 La mayoría de boquillas de chorro directo posee un diseño normalizado al respecto de la forma del conducto del agua.

una boquilla para chorros directos. Este cálculo puede ser necesario para realizar los cálculos de pérdida de presión por fricción, para determinar la presión de descarga de la bomba o para las pruebas de abastecimiento de agua que se realizan conectando una boquilla de este tipo a un hidrante. La siguiente fórmula puede ser útil:

$$\text{GPM} = 29,7 \times d^2 \times \sqrt{\text{NP}}$$

Donde: GPM = descarga de galones por minuto

29,7 = constante

d = diámetro del orificio en pulgadas

NP = presión de la boquilla en lb/pulg²

$$\text{L/min} = 0,067 \times d^2 \times \sqrt{\text{NP}}$$

Donde: L/min = descarga de litros por minuto

0,067 = constante

d = diámetro del orificio en milímetros

NP = presión de la boquilla en kPa

Con esta fórmula, es posible determinar el flujo de agua de cualquier boquilla para chorros directos, siempre que se conozcan la presión de la boquilla y el

Tabla 7.1
Dímetros habituales de boquillas

Sistema anglosajón (pulgadas)	Sistema métrico (mm) (equivalencia real)	Sistema métrico (mm) (aproximación)
0,5	12,700	13
0,625	15,880	16
0,75	19,050	19
0,875	22,225	22
1	25,400	25
1,125	28,575	29
1,25	31,750	32
1,375	34,925	35
1,5	38,100	38
1,75	44,450	45
2	50,800	50
2,25	57,150	57
2,5	63,500	65
2,75	69,850	70
3	76,200	77

diámetro de la punta. La tabla 7.1 muestra una lista con los diferentes diámetros existentes para las puntas de las boquillas. El siguiente ejemplo ilustra la aplicación de esta fórmula.

Ejemplo: determine el flujo de agua de una punta de boquilla de 1 pulgada cuya presión es de 50 lb/pulg².

$$\text{GPM} = (29,7)(d)^2(\sqrt{NP})$$

$$\text{GPM} = (29,7)(1)^2(\sqrt{50})$$

$$\text{GPM} = (29,7)(1)(7,07)$$

$$\text{GPM} = 210$$

Ejemplo: determine el flujo de agua de una punta de boquilla de 25 mm cuya presión es de 350 kPa.

$$\text{L/min} = (0,067)(d)^2(=NP)$$

$$\text{L/min} = (0,067)(25)^2(=350)$$

$$\text{L/min} = (0,067)(625)(18,7)$$

$$\text{L/min} = 780$$

Boquillas para chorros nebulizadores

Un chorro de agua con una cierta velocidad permanece como una masa sólida y no pierde continuidad hasta que alcanza un objeto. Los chorros de agua se ven afectados por la gravedad o varían según la

fricción con el aire. Para dividir un chorro en partículas finas, hay que hacerlo chocar contra una obstrucción a la velocidad suficiente para romper la masa. El ángulo al que un chorro sale desviado después de chocar contra una obstrucción determina la reducción de la velocidad de empuje del chorro, así como el patrón o la forma que adopta. Por tanto, una desviación de ángulo ancho produce un chorro nebulizador de ángulo ancho y una desviación de ángulo estrecho produce un chorro nebulizador de ángulo estrecho.

Para comprender los principios mecánicos de los chorros nebulizadores, es importante conocer los siguientes términos:

- **Perímetro:** la línea alrededor de una superficie circular; el límite exterior de un objeto por oposición a su parte central
- **Desviación:** giro, cambio de dirección de una línea recta o de una trayectoria específica; acción de torcer, inclinación
- **Incidir:** colisionar o chocar contra algo; con un golpe brusco; golpear con fuerza

Puede crearse un chorro nebulizador utilizando una desviación del perímetro o varios chorros incidentes, así como mediante una combinación de ambos sistemas. Para producir un chorro por desviación del perímetro, hay que desviar el agua alrededor de un vástago circular situado en el interior de una boquilla nebulizadora de desviación perimetral. Un cilindro externo vuelve a desviar el agua. La posición del vástago de desviación con respecto a la del cilindro externo determina la forma del chorro nebulizador.

La boquilla a chorros incidentes agrupa varios chorros de agua en un ángulo determinado con el fin de dividir el agua en partículas finas (véase la figura 7.5). Estas boquillas suelen crear chorros nebulizadores de ángulo ancho, pero también pueden crear ángulos más estrechos. Las boquillas de desviación perimetral también utilizan chorros incidentes.

El alcance del chorro nebulizador depende directamente de su anchura, del tamaño de las gotas y de la cantidad de agua que fluye por él (véase la figura 7.6). En el momento de seleccionar un chorro nebulizador específico, deben conocerse sus capacidades para garantizar que tiene el alcance adecuado para el tamaño de chorro deseado.

Si el agua se descarga en ángulos hacia la línea de descarga directa, las fuerzas de reacción pueden contrarrestarse las unas a las otras en mayor o menor grado y reducir la reacción de la boquilla. Gracias a este

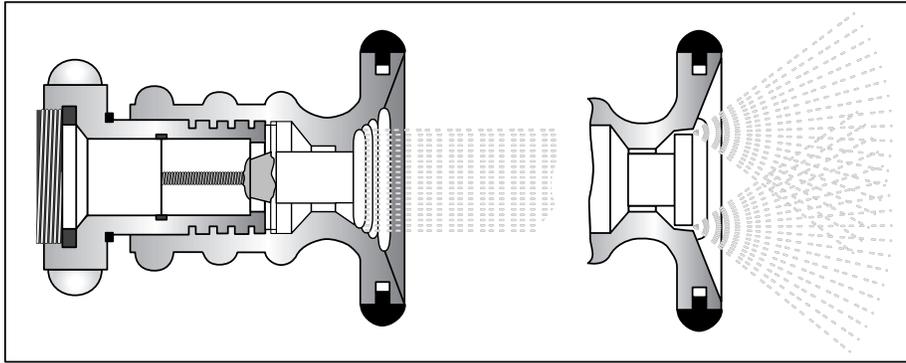


Figura 7.4 La posición del vástago de desviación con respecto al cilindro externo de una boquilla nebulizadora con un sistema de desviación perimetral determinan el patrón del chorro.

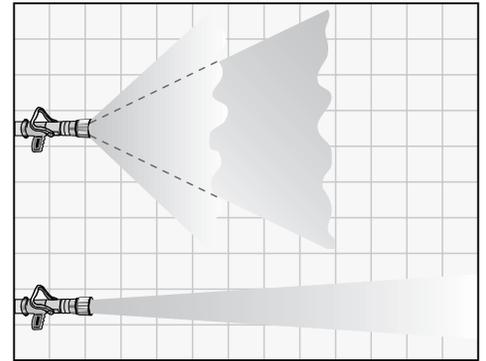


Figura 7.6 El alcance del chorro nebulizador depende de su anchura. Los chorros más anchos tienen un alcance inferior a los de patrones más estrechos.

equilibrio de fuerzas, los patrones nebulizadores son más fáciles de controlar que los patrones de chorro directo o de chorro recto.

Existe una gran variedad de boquillas nebulizadoras, por lo que el propósito de este manual es ofrecer una descripción general del diseño y del funcionamiento de varias boquillas, y no recomendar ningún tipo por encima de otro.

Boquillas de flujo constante

Las boquillas de flujo constante están diseñadas para descargar una cantidad específica de agua a una presión determinada para todos los patrones de chorro. La mayoría de estas boquillas utilizan un sistema de desviación perimetral para producir el chorro. Asimismo, la mayoría permite ajustar el patrón de chorro que se desea. Estas boquillas siempre descargan el mismo volumen de agua, independientemente del patrón que se elija (véase la figura 7.7). Esto se debe a que mientras se gira el cilindro externo para cambiar el patrón de chorro nebulizador, el espacio entre el vástago de desviación y la entrada interna permanece igual. Como resultado, la manguera descarga la misma cantidad de agua. La mayoría de boquillas de flujo constante están fabricadas para utilizarlas a una presión de boquilla de 700 kPa (100 lb/pulg²), aunque también existen boquillas que funcionan a presiones inferiores (535 kPa [75 lb/pulg²]) y que se utilizan para aplicaciones especiales (como la lucha contraincendios en cotas elevadas).

Boquillas con ajuste manual

Las boquillas que permiten ajustar la capacidad son boquillas de flujo constante perfeccionadas. Este tipo de boquilla posee varios patrones de flujo constante, de modo que el bombero puede elegir el que más se adecua a las condiciones de la actuación. La boquilla suministra el flujo seleccionado a la presión seleccionada para la descarga (véase la figura 7.8). Si el conductor/operario no consigue suministrar la presión adecuada, el flujo real será diferente al especificado en la boquilla. La mayoría de estas boquillas están diseñadas para suministrar la

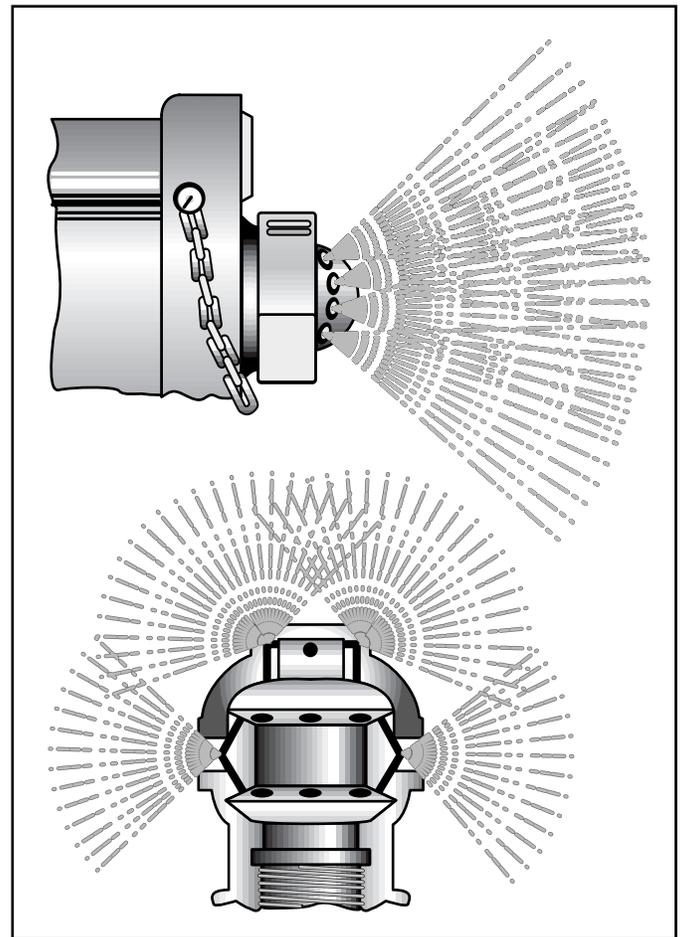


Figura 7.5 La boquilla de chorro incidente agrupa varios chorros de agua para formar un patrón nebulizador.

capacidad indicada para cada patrón a una presión de 700 kPa (100 lb/pulg²). El conductor/operario debe conocer el flujo preestablecido en la boquilla para poder abastecer correctamente la línea de mangueras y la boquilla.

PRECAUCIÓN: extreme las precauciones al ajustar los patrones de flujo. Es posible que las boquillas fijadas a un flujo bajo no proporcionen la cantidad de agua necesaria para enfriar un combustible que arde.

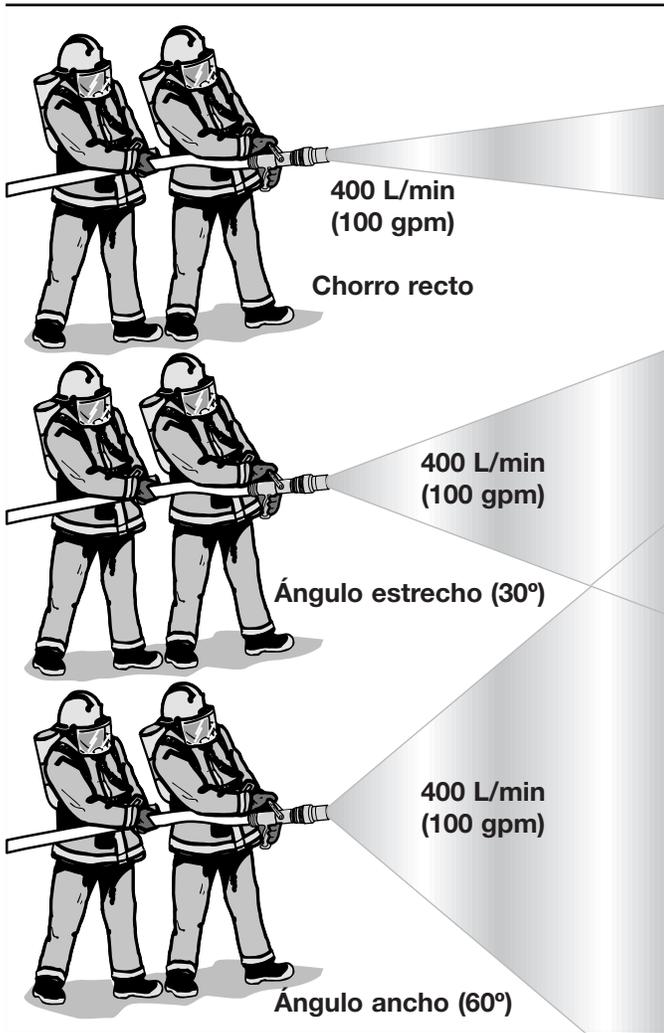


Figure 7.7 Las boquillas con capacidad constante descargan siempre el mismo flujo, independientemente del patrón de chorro.

Boquillas automáticas

En el pasado, el cuerpo de bomberos utilizaba muchos tipos de boquillas nebulizadoras de flujo variable. Entre éstas, había la boquilla de control rotatorio y la boquilla ajustable por rosca con válvula esférica. Estas boquillas tenían ofrecían flujos diferentes según el patrón nebulizador utilizado y la presión aplicada. En la actualidad, los cuerpos de bomberos no suelen utilizar ninguno de estos tipos antiguos de boquillas de flujo variable.

En la actualidad, las boquillas de flujo variable más utilizadas son las boquillas automáticas. Este tipo de boquilla, también conocido como *boquilla de presión constante*, consiste básicamente en una boquilla de flujo variable con capacidad para cambiar el patrón y para mantener siempre la misma presión de boquilla (véase la figura 7.9). Si cambia la cantidad de agua que recibe la boquilla, ésta mantiene aproximadamente la misma presión y el mismo patrón de boquilla. Esta característica

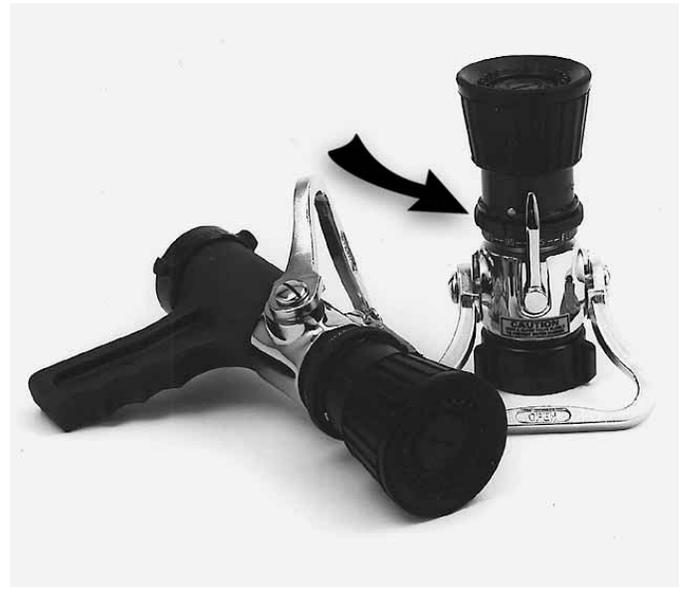


Figura 7.8 Con una boquilla de flujo ajustable, el flujo seleccionado se mantiene estable independientemente de si se utiliza un patrón de chorro recto, nebulizador estrecho o nebulizador ancho.



Figura 7.9 Boquilla automática.

se debe que el tabique se mueve automáticamente y aumenta o disminuye el espacio hasta la entrada (véase la figura 7.10).

Un chorro procedente de una boquilla automática puede parecer adecuado, pero es posible que no suministre suficiente agua para llevar a cabo una actuación de extinción o de protección. Por ese motivo, el objetivo del conductor/operario debe ser proporcionar un flujo de agua aceptable a la presión de descarga para la que está diseñada la boquilla. La mayoría de boquillas están diseñadas para una presión de descarga de 700 kPa (100 lb/pulg²). Sin embargo, es posible que algunas boquillas estén diseñadas para presiones inferiores, como, por ejemplo, las de 535 kPa (75 lb/pulg²). Estas boquillas suelen utilizarse para incendios en cotas altas. El flujo de agua aceptable varía según el tamaño de la línea de mangueras, el diseño de la boquilla y la demanda del incidente. Si desea más información acerca de cómo hacer estos cálculos, consulte el capítulo 8.

PRECAUCIÓN: asegúrese de que utiliza las presiones de descarga adecuadas desde la bomba para abastecer las líneas de mangueras equipadas con boquillas automáticas. Puede que las boquillas que reciben una presión inadecuada no proporcionen la cantidad de agua necesaria para enfriar lo bastante un combustible que arde, aunque el chorro tenga un aspecto adecuado.

Las boquillas automáticas sirven para regular la presión del autobomba a medida que se añaden o se cierran líneas, siempre y cuando se respeten sus límites de flujo. De este modo, todo el agua disponible puede utilizarse de modo continuo si se desea. En caso de que el abastecimiento de agua no sea el adecuado, el volumen máximo es el que puede conseguirse sin producir una cavitación en la bomba. El regulador se sitúa o a cierta distancia detrás del punto donde la bomba empieza a acelerarse o experimenta un funcionamiento inconstante, o en el punto donde la manguera de abastecimiento se afloja y empieza a chafarse. Esta acción proporciona el flujo máximo posible hasta que se logra un abastecimiento de agua complementario.

Las boquillas automáticas mantienen una presión constante de unos 700 kPa (100 lb/pulg²), independientemente de si la presión de descarga de la bomba es superior a esta cifra. A medida que aumenta la presión de descarga, la apertura de la boquilla se abre automáticamente, dentro de los límites de la boquilla, para adecuarse al flujo.

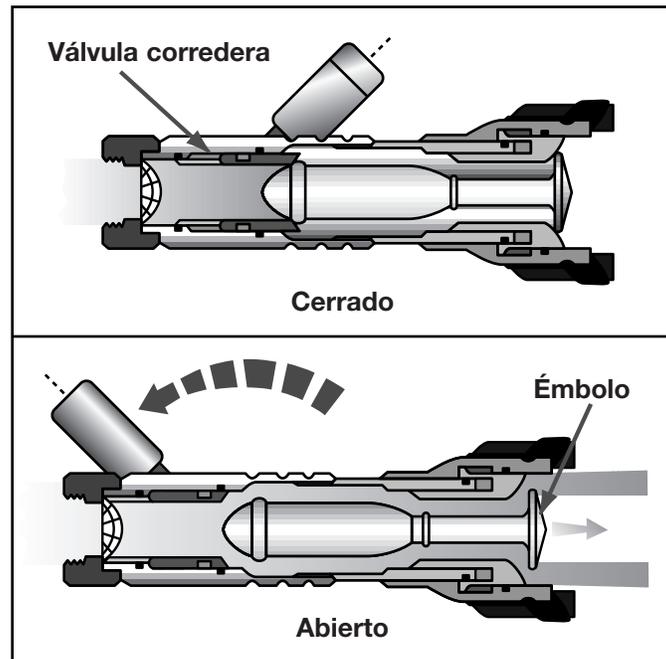


Figura 7.10 Diseño habitual de boquilla automática que utiliza un control de cilindro corredero en el interior de la boquilla.

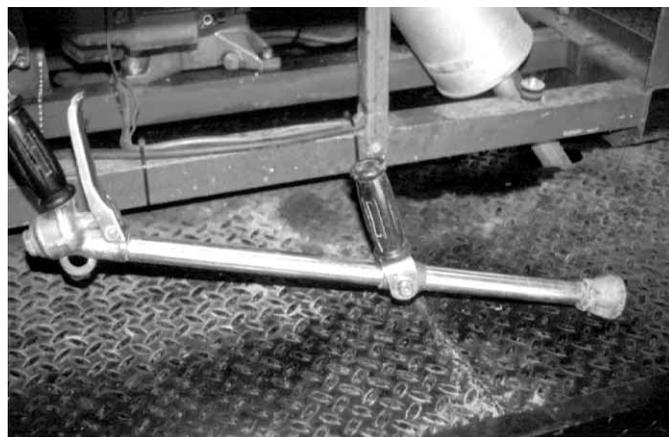


Figura 7.11 Las boquillas nebulizadoras de alta presión suelen diferenciarse de las otras boquillas contraincendios por su aspecto.

Boquillas nebulizadoras de alta presión

Estas boquillas utilizan presiones de hasta 5.600 kPa (800 lb/pulg²) (véase la figura 7.11). Crean un chorro nebulizador con una velocidad de empuje considerable, aunque liberan un volumen de agua relativamente bajo. Asimismo, utilizan un pulverizador de chorro fino y rápido para descargar el agua. Para crear el chorro, pueden utilizar un sistema de chorros incidentes. Estas boquillas, así como las líneas de alta presión, suelen utilizarse principalmente para combatir incendios forestales. No deben utilizarse para incendios estructurales, ya que sólo poseen un flujo de entre unos 32 L/min y unos 60 L/min (de 8 a 15 gpm); lo que no permite a los bomberos combatir un incendio estructural de modo seguro y eficaz.



Figura 7.12 Las boquillas de las líneas de mano suelen utilizarse para combatir incendios menores. *Gentileza de Bob Esposito.*



Figura 7.13 Los chorros maestros se utilizan con más frecuencia en grandes actuaciones defensivas de ataque a un incendio.

Cómo elegir las boquillas

Tal y como se mencionó al principio del capítulo, es probable que el conductor/operario deba elegir la boquilla adecuada para realizar una tarea determinada. En los siguientes apartados se ofrece información sobre las boquillas que pueden encontrarse con más frecuencia en un autobomba.

Boquillas de línea de mano

Las boquillas de línea de mano están especialmente diseñadas para las líneas de ataque móviles que un bombero puede controlar con facilidad (véase la figura 7.12). Pueden crear chorros directos, chorros nebulizadores o chorros de cortina. La gama de boquillas para líneas de mano va desde las pequeñas boquillas de línea nodriza de 19 mm (0,75 pulgadas) para mangueras nodrizas, hasta las grandes boquillas de chorros nebulizadores o de chorros directos diseñadas especialmente para líneas de mangueras de 77 mm (3 pulgadas). Por regla general, la cantidad máxima de agua que puede fluir con seguridad por una línea de mangueras es de 1.400 L/min (350 gpm).



Figura 7.15 Algunos chorros maestros se componen tan sólo una tubería curvada. *Gentileza de Elkhart Brass Mfg. Co.*

Figura 7.14 Este dispositivo tiene una forma similar a la de los cuernos de un carnero. *Gentileza de Elkhart Brass Mfg. Co.*

Los flujos superiores requieren presiones que hacen que las mangueras sean difíciles de controlar y resulten incluso peligrosas para los bomberos.

Boquillas de chorro maestro

El término *chorro maestro* se aplica a cualquier chorro contraincendio demasiado fuerte para controlarlo manualmente. Los dispositivos de chorro maestro son potentes y generan una fuerza de reacción de la boquilla considerable. Por ello, es muy importante que los bomberos tomen las precauciones debidas. Los chorros maestros pueden ser directos o nebulizadores y, en cualquiera de los dos casos, utilizarán una boquilla del tamaño adecuado para descargar flujos superiores.

El chorro maestro es el “arma más potente” del cuerpo de bomberos. Los chorros maestros directos suelen utilizarse a 560 kPa (800 lb/pulg²) y los chorros maestros nebulizadores a 700 kPa (100 lb/pulg²). Los flujos de los chorros maestros suelen ser de 1.400 L/min (350 gpm) o superiores. Se utilizan en situaciones en las que las líneas de mano no resultan eficaces, en condiciones poco seguras o cuando se dispone de un número reducido de personal (véase la figura 7.13). Un chorro de línea de mano puede resultar ineficaz si el fuego es tan grande e intenso que el calor se genera a una velocidad superior a la que puede absorber el chorro. Asimismo, en los incendios con temperaturas muy altas resulta imposible que los bomberos se aproximen lo suficiente para utilizar líneas de mano. Los chorros maestros no sólo descargan grandes volúmenes de agua, sino que, además, ofrecen un alcance superior al de los chorros controlados manualmente.

Puesto que los dispositivos de chorro maestro se utilizan desde posiciones fijas, la mayoría posee sistemas para desplazar el chorro en dirección vertical, horizontal o en ambas direcciones. Para realizar dichos desplazamientos, es necesario que el agua pase por uno o más dobleces agudos. Algunos dispositivos de chorro maestro más grandes poseen dos dobleces que forman una gaza con una forma similar a los cuernos de un carnero (véase la figura 7.14). Otros dispositivos de chorro maestro están formados únicamente por una tubería doblada (véase la figura 7.15).

La cantidad de presión perdida por la fricción varía según el dispositivo utilizado. Aunque se considere que la cantidad de presión perdida por fricción de un dispositivo de chorro maestro es una cifra fija, es necesario que cada cuerpo de bomberos determine este tipo de pérdida en cada uno de los dispositivos de los que disponga, ya sea realizando una prueba de flujo ya sea consultando la documentación del fabricante. El apéndice B ilustra el procedimiento para determinar la pérdida de presión por fricción en los dispositivos de chorro maestro.

Existen cuatro categorías básicas de dispositivos de chorro maestro, cuyas características se ponen de manifiesto en los siguientes apartados:

- Control de chorro maestro
- Dispositivo de inundación
- Tubería para torre
- Dispositivo de chorro maestro elevado

Control de chorro maestro

Los controles de chorro maestro suelen denominarse de forma incorrecta “dispositivos de inundación”, pero, a diferencia de éstos, los controles de chorro maestro permiten cambiar la dirección y el ángulo de un chorro durante la descarga.

Existen tres tipos de controles: fijos, combinados y móviles (véanse las figuras 7.16 a, b y c). El control fijo está siempre montado en el vehículo, así como el control



Figura 7.17 Tubería para torre.

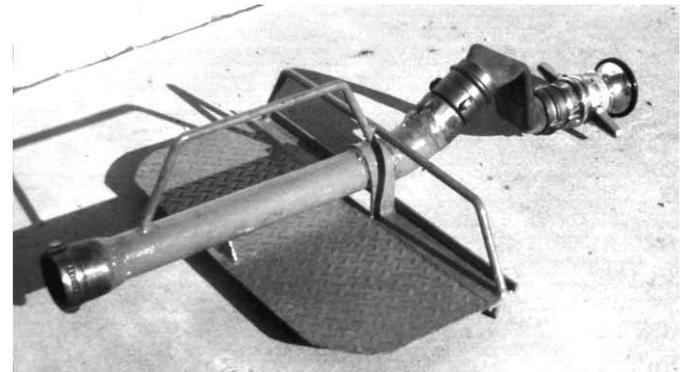


Figura 7.18 Un dispositivo de inundación no permite mover el chorro fácilmente.

combinado. Éste último puede utilizarse sobre el vehículo como una torre o desmontarse y utilizarse como si fuera un control móvil. El control móvil puede transportarse hasta la ubicación donde sea necesario utilizarlo.

Tubería para torre

Las tuberías para torre van montadas sobre el techo del vehículo y están conectadas directamente a la bomba mediante otra tubería (véase la figura 7.17), por lo que la bomba puede abastecerlas permanentemente.

Dispositivo de inundación

Estos dispositivos consisten en una manguera corta de gran diámetro con una boquilla grande o una asa de



Figura 7.16a Este dispositivo de chorro maestro no puede retirarse del vehículo para utilizarlo.

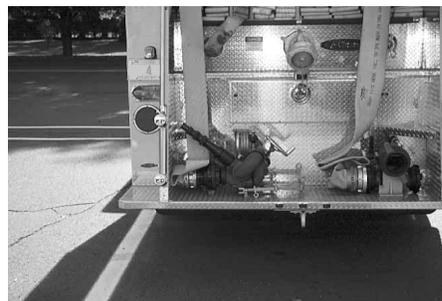


Figura 7.16b Algunos dispositivos de chorro maestro están diseñados para ser utilizados únicamente como dispositivos móviles.

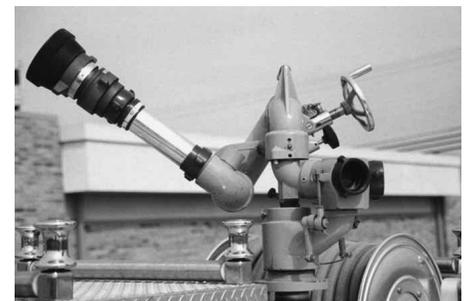


Figura 7.16c Este dispositivo de chorro maestro puede utilizarse desde el vehículo o desmontarse y trasladarse a otro lugar.

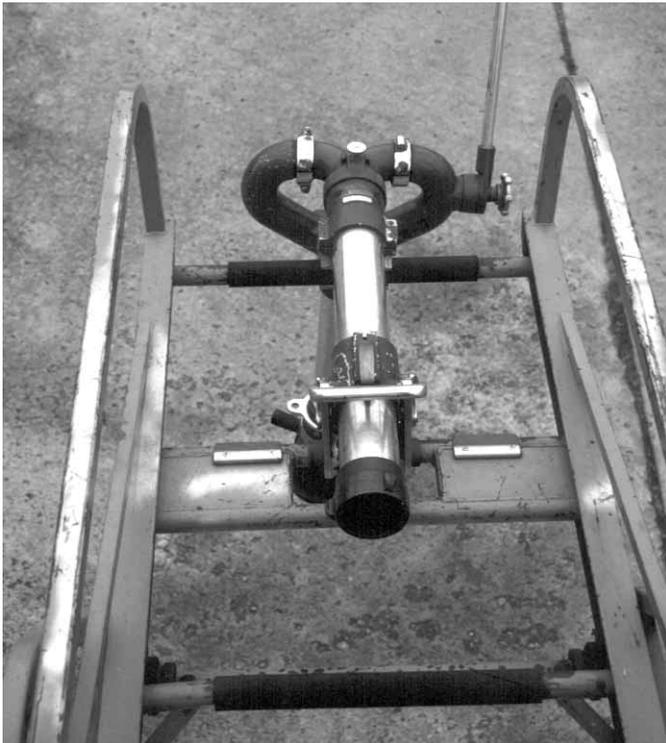


Figura 7.19 Las tuberías desmontables para escala suelen utilizarse para las escalas elevadizas de tareas ligeras.

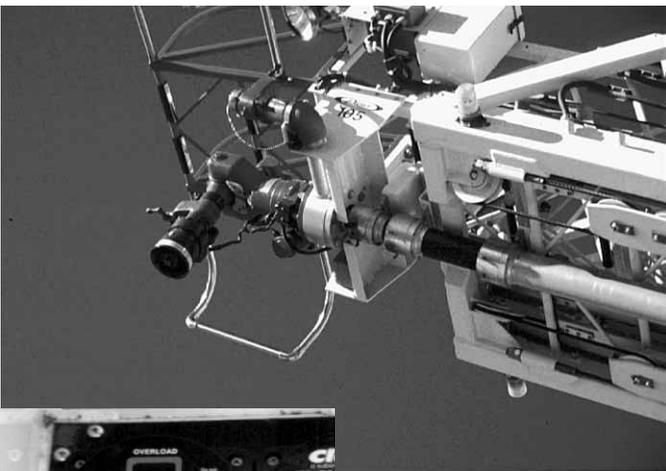


Figura 7.20 La mayoría de escalas elevadizas modernas llevan tuberías incorporadas.



Figura 7.21 Las tuberías de agua suelen estar equipadas con boquillas de control remoto que pueden accionarse desde el panel de la bomba o desde un pedestal de control montado sobre una plataforma giratoria.

boquilla, cuya punta de descarga va colocada sobre un trípode (véase la figura 7.18). El extremo de abastecimiento dispone de una conexión siamesa. La dirección y el ángulo del chorro no pueden cambiarse mientras el dispositivo descarga agua.

Dispositivo de chorro maestro elevado

Los dispositivos de chorro maestro elevado son aquéllos que utilizan boquillas de gran capacidad diseñadas para colocarse en el extremo del dispositivo elevadizo de un vehículo. Pueden ser desmontables o estar permanentemente unidos a plataformas elevadizas y preconectados a tuberías de escalas elevadizas.

Una *tubería para escala* es un dispositivo de chorro maestro que se utiliza junto con las escalas elevadizas. Las tuberías para escala desmontables están unidas a los peldaños de las escalas elevadizas y reciben abastecimiento de las mangueras contra incendios (normalmente, mangueras de 77 mm [3 pulgadas]) (véase la figura 7.19). Las tuberías para escalas deben controlarse manualmente, o situando un bombero en el extremo de la escala o mediante una cuerda desde el suelo. El movimiento de estos chorros se limita a desplazamientos verticales, ya que el movimiento horizontal de la boquilla haría que la escala elevadiza tuviera que soportar una tensión excesiva.

Algunas escalas elevadizas y todas las plataformas elevadizas y los dispositivos de chorro maestro elevados utilizan tuberías en lugar de mangueras para transportar el agua (véase la figura 7.20). La tubería de estas escalas suele estar en el extremo del conducto para el agua, que se encuentra en la base de la escala. Estas tuberías para escala pueden controlarse desde arriba manualmente o mediante un interruptor de control de potencia ubicado en el mismo lugar. Pueden utilizarse desde la plataforma giratoria o desde el panel de la bomba mediante control remoto (véase la figura 7.21). La energía para utilizar este chorro maestro puede ser eléctrica, hidráulica o neumática.

Los chorros maestros que se utilizan en las plataformas elevadizas se parecen a los de las escalas elevadizas con tuberías. La principal diferencia reside es que están ubicados en una plataforma elevadiza y que los bomberos situados en el extremo del dispositivo elevadizo pueden maniobrarlo con más facilidad. Algunas plataformas elevadizas están equipadas con dos chorros maestros (véase la figura 7.22). lo que permite una mayor flexibilidad durante las actuaciones contra incendios a gran escala.

Boquillas con funciones especiales

Algunos tipos de incendios (incendios en chimeneas, en sótanos, en lugares inaccesibles y con problemas

debidos a los alrededores) requieren el uso de boquillas de chorros especiales. La necesidad de utilizar estas boquillas depende de cada situación o del tipo de combustible implicado. Según la NFPA 1901, *Standard for Automotive Fire Apparatus* (Norma para los vehículos motorizados contraincendios), no es obligatorio llevar ninguna de estas boquillas en el vehículo contraincendios. Cada cuerpo de bomberos debe decidir cuáles de estas boquillas son necesarias para controlar los tipos de incendio más probables en su jurisdicción.

Todas las boquillas descritas en los apartados siguientes sirven para producir chorros de cortina. Estas boquillas se diferencian de las boquillas de chorro nebulizador en que éstas últimas utilizan chorros desviados o incidentes para crear el patrón nebulizador, mientras que los chorros de cortina se producen haciendo pasar el agua por una serie de agujeros pequeños en la punta de descarga de la boquilla. En general, los chorros de cortina producen gotas más grandes que los chorros nebulizadores, por lo que suelen tener un alcance y un poder de penetración superiores. Por esa razón, son útiles para aplicaciones especiales.

Boquillas de interior

Las boquillas de interior suelen utilizarse para incendios en sótanos (véase la figura 7.23). Estas boquillas pueden introducirse por orificios hechos en el suelo o a través de alguna otra apertura adecuada (véase la figura 7.24). Para conseguir mejores resultados, es necesario comprobar que no haya obstrucciones ocultas que supongan una

disminución de la eficacia de la boquilla. Puede que las boquillas interiores no estén equipadas con dispositivos de cierre, por lo que debe colocarse una válvula de cierre alineada en una ubicación adecuada por detrás de la boquilla. Estas boquillas también pueden utilizarse para combatir incendios en áticos. El método que se utiliza para estas situaciones es similar al utilizado para los incendios en sótanos, pero en este caso se hace pasar la boquilla por algún agujero hecho en el techo para combatir el incendio desde abajo.

Boquillas de cortina de agua

Las boquillas de cortina de agua producen un chorro en forma de ventilador diseñado para actuar como cortina separadora entre un incendio y un material combustible (véase la figura 7.25). Esta cortina también puede servir para proteger a los bomberos del calor. Para que sea eficaz, la cortina de agua debe cubrir una área amplia y tener una consistencia razonable. Una cortina de agua



Figura 7.23 Boquilla interior típica. *Gentileza de Elkhart Brass Mfg. Co.*



Figura 7.22 Algunas plataformas elevadizas están equipadas con dos dispositivos de chorro maestro. *Gentileza de Joel Woods.*

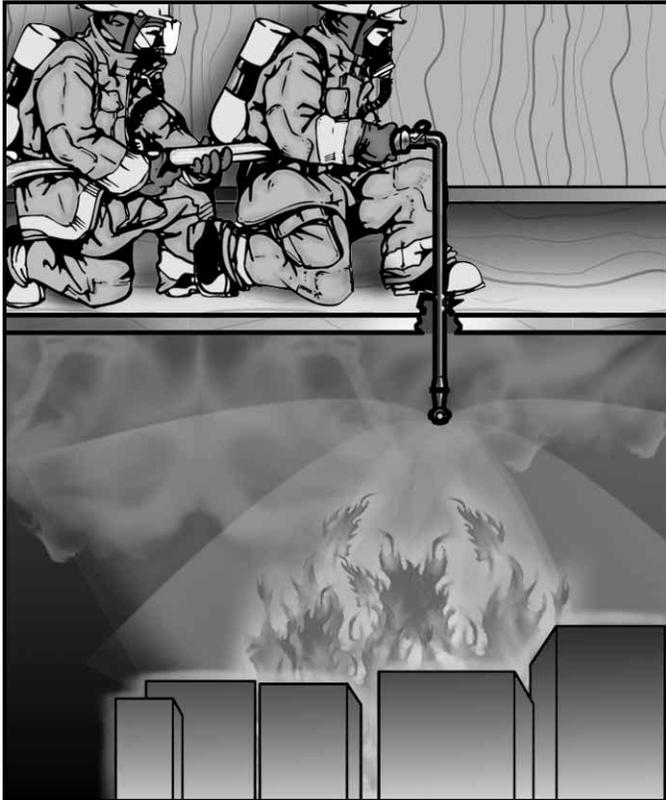


Figura 7.24 Se inserta la boquilla interior en un agujero hecho en el suelo.



Figura 7.25 Nunca se ha llegado a demostrar que las boquillas de cortina de agua sean eficaces, por lo que en la actualidad no suelen utilizarse.

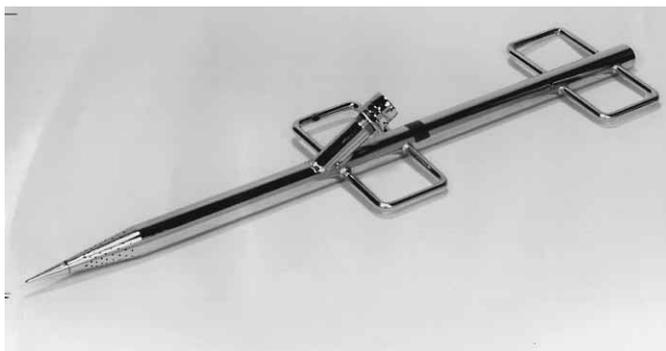


Figura 7.26 Para poder atravesar obstáculos con la boquilla de perforación, se golpea el extremo opuesto a la punta de la boquilla con un martillo de dos caras. *Gentileza de Superior Flamefighter Inc.*

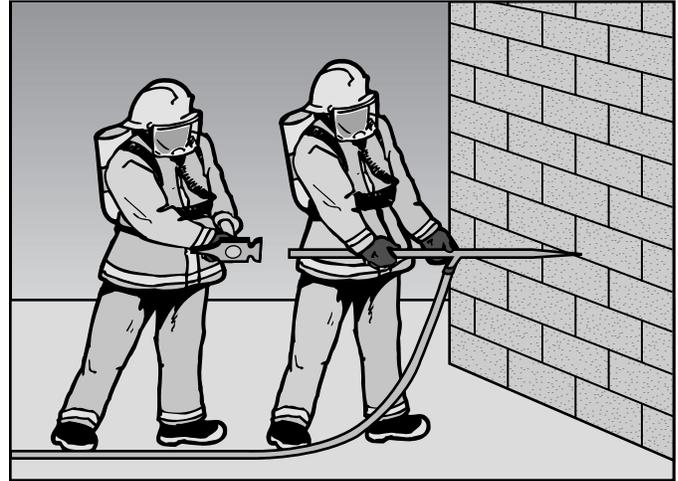


Figura 7.27 Se necesitan al menos dos bomberos para colocar una boquilla de perforación.

sólo es eficaz para absorber el calor de convección desprendido por un incendio. El calor de radiación consigue pasar a través y sólo puede reducirse dirigiendo el agua hacia los alrededores. Por tanto, es más eficaz utilizar el agua para enfriar la superficie de un material combustible que para crear una cortina entre un incendio y dicho material combustible. Por consiguiente, es mejor dirigir los chorros contraincendios hacia las superficies que se encuentran alrededor del fuego. Para ello, puede colocarse la boquilla formando un ángulo de modo que las cascadas de agua caigan al lado de la superficie que se protege.

Boquillas de perforación

Las boquillas de perforación suelen utilizarse para aplicar agua sobre áreas a las que no se puede acceder con otros chorros. Asimismo, pueden utilizarse para descargar espuma formadora de película acuosa (AFFE, en sus siglas en inglés) en una zona cerrada. Por regla general, las boquillas de perforación consisten en una barra de acero hueca de entre 1 y 2 metros (entre 3 y 6 pies) de largo y 38 mm (1,5 pulgadas) de diámetro (véase la figura 7.26). La punta de descarga de la boquilla de perforación suele estar fabricada de acero endurecido y es capaz de atravesar bloques de hormigón u otros tipos de ensamblajes de muros o particiones. Posee una boquilla de chorro incidente capaz de descargar unos 400 L/min (100 gpm) de agua. El lado opuesto a la boquilla es el extremo impulsor, que se golpea con un martillo de dos caras para que la boquilla pueda pasar a través de las obstrucciones (véase la figura 7.27).

Boquillas para chimeneas

Las boquillas para chimeneas están diseñadas especialmente para combatir incendios en conductos de chimeneas. Están pensadas para colocarlas en el extremo de una manguera nodriza. La boquilla para chimeneas

está fabricada en latón o acero sólidos y tiene un gran número de agujeros pequeños que sirven para crear chorros incidentes (véase la figura 7.28). La presión de boquilla es de 700 kPa (100 lb/pulg²) y sólo suelen producir chorros de entre 6 L/min y 12 L/min (entre 1,5 y 3 gpm), con los que forman un cono nebulizador muy fino. Para utilizarla, hay que introducir la manguera con la boquilla hasta el fondo de la chimenea y luego recogerla rápidamente (véase la figura 7.29). La neblina de la boquilla se convierte inmediatamente en vapor, por lo que ahoga el incendio del conducto y hace saltar el hollín del interior de la chimenea. Puesto que el agua se utiliza en pequeñas cantidades y se convierte inmediatamente en vapor, el revestimiento del conducto no resulta dañado por el enfriamiento repentino. Dado que durante este proceso se puede estropear la manguera nodriza, es recomendable utilizar un tramo de manguera viejo entre el extremo del tramo normal y la boquilla para chimeneas.

Presión y reacción de la boquilla

A medida que se descarga el agua de una boquilla a una presión determinada, una fuerza empuja hacia atrás a los bomberos que sujetan la línea de mangueras. Esta fuerza de reacción, conocida como *reacción de la boquilla*, ilustra claramente la Tercera ley de Newton. Esta ley afirma que para cada fuerza de acción existe una fuerza de reacción de igual intensidad y de sentido contrario. Por tanto, cuanto mayor sea la presión de descarga de la boquilla, mayor será la reacción de la boquilla. Esta reacción de la boquilla que se produce cuando se alcanza una cierta presión es la que nos obliga a limitar la presión que puede suministrarse a una línea de ataque. Una boquilla descontrolada que se mueve de modo violento debido a una reacción excesiva puede herir gravemente a los bomberos e impedir en gran medida las actuaciones de lucha contraincendios.

Las pruebas han demostrado que los límites de funcionamiento práctico para la velocidad de los chorros contraincendios se encuentran entre 18,3 m/s y 36,6 m/s (entre 60 y 120 pies por segundo). Estas velocidades limitadas vienen determinadas por presiones de boquilla que van desde 175 kPa hasta 700 kPa (entre 25 y 100 lb/pulg²). Casi todas las boquillas nebulizadoras están diseñadas para funcionar con una presión de boquilla de 700 kPa (100 lb/pulg²), que es una presión que tanto las líneas de mano como los chorros maestros nebulizadores pueden soportar.

En cambio, con las boquillas de chorro directo es necesario utilizar presiones más bajas, ya que este tipo de boquillas genera una reacción superior.

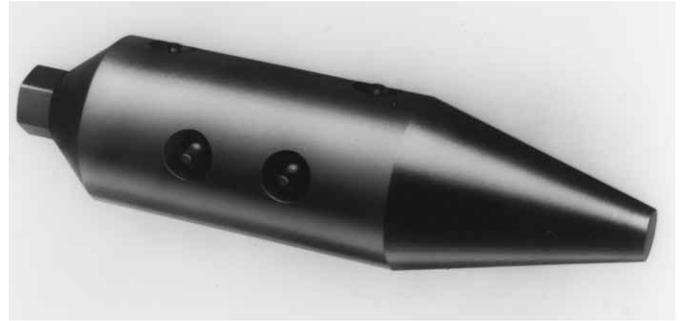


Figura 7.28 Boquilla de chimenea típica. Gentileza de Jaffrey Fire Protection.

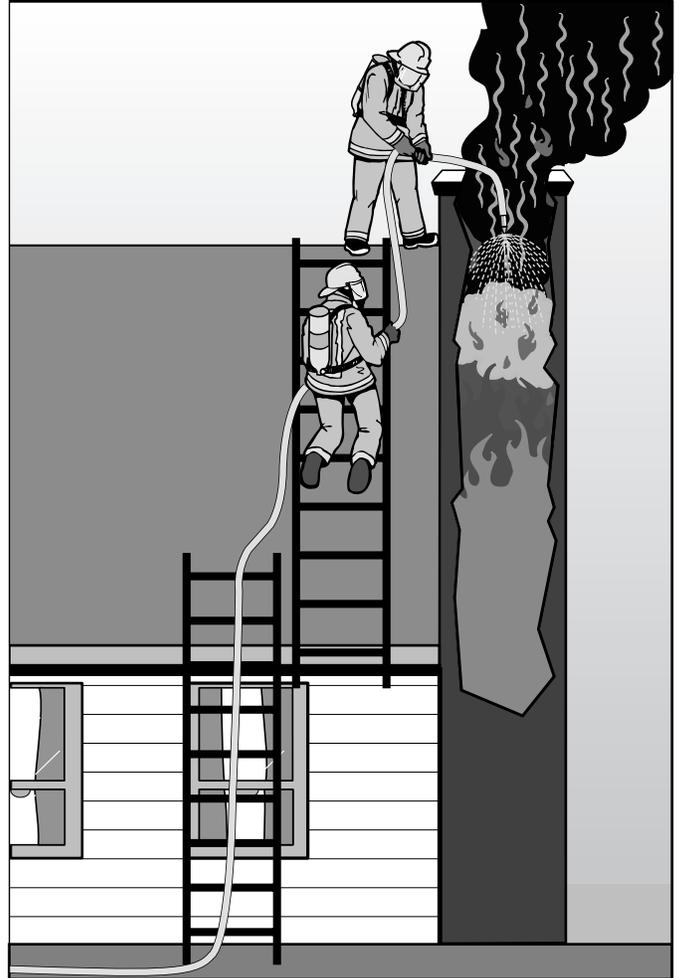


Figura 7.29 Para extinguir un incendio en una chimenea, es necesario introducir una boquilla para chimeneas en el interior del conducto.

Como regla general, para las líneas de mano con chorro directo debe utilizarse una presión de boquilla de 350 kPa (50 lb/pulg²). Si es necesario conseguir un alcance y un volumen mayores, la presión de boquilla puede elevarse hasta 455 kPa (65 lb/pulg²) y aún estará bajo control. Por encima de ese punto, los chorros directos son muy difíciles de controlar.

Los dispositivos portátiles de chorro maestro con boquillas de chorro directo no pueden utilizarse a

presiones superiores a 560 kPa (80 lb/pulg²), a menos que hayan recibido la aprobación del fabricante del dispositivo. Asimismo, es posible que algunos fabricantes especifiquen presiones de boquilla más bajas, especialmente para las puntas de boquilla más grandes. Sin embargo, si se necesitan presiones superiores, pueden utilizarse dispositivos fijos de chorro maestro con boquillas de chorro directo, que funcionan a presiones de entre 560 kPa y 700 kPa (entre 80 y 100 lb/pulg²). La presión de descarga de las boquillas de chorro directo de los dispositivos elevadizos está limitada a 560 kPa (80 lb/pulg²).

Por supuesto, durante un incendio, un conductor/operario no se detendrá nunca a determinar la reacción de la boquilla de un tendido de mangueras. Sin embargo, existen otras circunstancias en las que estos cálculos pueden ser muy útiles. Lo más habitual es determinar las configuraciones de la manguera y de la boquilla para las líneas de ataque preconectadas que se colocarán en el vehículo. Para determinar si es factible que el número de bomberos que lleva el vehículo pueda controlar un determinado tendido de mangueras, el conductor/operario puede utilizar las ecuaciones que se muestran en los apartados siguientes.

Cómo calcular la reacción de la boquilla en los chorros directos

Para calcular la reacción de la boquilla de las líneas de mangueras o de los dispositivos que utilizan boquillas de chorro directo, utilice la siguiente ecuación:

$$NR = 1,57 \times d^2 \times NP$$

Donde: NR = reacción de la boquilla en libras

1,5 = constante

d = diámetro de la boquilla en pulgadas

NP = presión de la boquilla en lb/pulg²

$$NR = 0,0015 \times d^2 \times NP$$

Donde: NR = reacción de la boquilla en newtons

0,0015 = constante

d = diámetro de la boquilla en mm

NP = presión de la boquilla en kPa

El siguiente ejemplo ilustra la aplicación de esta fórmula:

Ejemplo: determine la reacción de la boquilla de una línea de mangueras equipada con una punta de boquilla de 1,5 pulgadas que funciona a una presión de 50 lb/pulg².

$$NR = (1,57)(d)^2(NP)$$

$$NR = (1,57)(1.25)^2(50)$$

$$NR = (1,57)(1.56)(50)$$

$$NR = 122,5 \text{ libras}$$

Ejemplo: determine la reacción de la boquilla de una línea de mangueras equipada con una punta de boquilla de 29 mm que funciona a una presión de 350 kPa.

$$NR = (0,0015)(d)^2(NP)$$

$$NR = (0,0015)(29)^2(350)$$

$$NR = (0,0015)(841)(350)$$

$$NR = 441,5 \text{ N}$$

Si se utiliza el sistema anglosajón, en el lugar del incendio puede calcularse de modo aproximado la reacción de boquilla de un chorro directo utilizando la fórmula general de $NR = Q/3$. En este caso, Q es igual al flujo total de agua en gpm que pasa a través de una boquilla.

Cómo calcular la reacción de la boquilla en los chorros nebulizadores

Para calcular la reacción de la boquilla de las líneas de mangueras o de los dispositivos que utilizan boquillas de chorro nebulizador, utilice la siguiente ecuación:

$$NR = 0,0505 \times Q \times \sqrt{NP}$$

Donde: NR = reacción de la boquilla en libras

0,0505 = constante

Q = flujo total que pasa a través de la boquilla en gpm

NP = presión de la boquilla en lb/pulg²

$$NR = 0,0156 \times Q \times \sqrt{NP}$$

Donde: NR = reacción de la boquilla en newtons

0,0156 = constante

Q = flujo total que pasa a través de la boquilla en L/min

NP = presión de la boquilla en kPa

(NOTA: el valor de Q en la ecuación anterior representa el flujo total de agua que pasa a través de la boquilla. Éste no debe confundirse con el valor de Q ($Q = \text{flujo}/100$) que se utilizará para los cálculos de pérdida de presión por fricción en el capítulo 8.)

El siguiente ejemplo ilustra la aplicación de esta fórmula:

Ejemplo: calcule la reacción de la boquilla de una línea de mangueras con una boquilla nebulizadora de 200 gpm a 100 lb/pulg².

$$NR = (0,0505)(Q)(\sqrt{NP})$$

$$NR = (0,0505)(200)(\sqrt{100})$$

$$NR = (0,0505)(200)(10)$$

$$Nr = 101 \text{ libras}$$

Ejemplo: calcule la reacción de la boquilla de una línea de mangueras con una boquilla nebulizadora de 800 L/min a 100 kPa.

$$NR = (0,0156)(Q)(\sqrt{NP})$$

$$NR = (0,0156)(800)(\sqrt{700})$$

$$NR = (0,0156)(800)(26,44)$$

$$NR = 330 \text{ N}$$

Si se utiliza el sistema anglosajón, en el lugar del incendio puede calcularse de modo aproximado la reacción de boquilla de un chorro nebulizador utilizando la fórmula general de $NR = Q/2$. En este caso, Q es igual al flujo total de agua en gpm a través de una boquilla.

Capítulo 8 Sistema anglosajón

Cálculos teóricos de la presión

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información que ayudará al lector a cumplir con los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contra incendios) edición de 1998.

3-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros maestros o de mano eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo, **se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla** y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Depósito interno
- Fuente presurizada
- Fuente estática
- Trasvase de un depósito interno a una fuente externa

(a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;** funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados y de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) **Habilidades requeridas:** posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contra incendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

3-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y el tamaño de la línea y la presión de entrada y el flujo deseados, bombear una línea de abastecimiento de 65 mm (2,5 pulgadas) o mayor, de modo que **se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.**

(a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;** funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) **Habilidades requeridas:** posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contra incendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

3-2.4 Dada la información específica sobre un sistema y un autobomba del cuerpo de bomberos, proporcionar agua a un rociador contra incendios y a una sistema de tuberías montantes, de modo que el agua llegue al sistema con un volumen y con una presión adecuados.

(a) **Conocimientos requeridos: cálculo de la presión de descarga de la bomba;** tendidos de mangueras; ubicación de las conexiones del cuerpo de bomberos; procedimientos de abastecimiento alternativos en caso de que no se puedan utilizar las conexiones del cuerpo de bomberos; principios de funcionamiento de los sistemas de rociadores tal como establece la NFPA 13 *Instalación de sistemas de rociadores*, la NFPA 13D, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes* (Norma sobre la instalación de sistemas de rociadores en viviendas para una o dos familias y casas prefabricadas) y la NFPA 13R, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Residential Occupancies Up To and Including Four Stories in Height* (Norma sobre la instalación de sistemas de rociadores en instalaciones residenciales de hasta cuatro pisos de alto); actuaciones del cuerpo de bomberos en instalaciones con rociadores tal como establece la NFPA

13E, *Guide for Fire Department Operations in Properties Protected by Sprinkler and Standpipe Systems* (Guía para las actuaciones del cuerpo de bomberos en propiedades protegidas con sistemas de rociadores y de tuberías montantes); y los principios de funcionamiento de los sistemas de tuberías montantes tal como establece la NFPA 14, *Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems* (Norma sobre la instalación de sistemas de tuberías montantes y de mangueras).

6-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros contraincendios eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo, se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Cisterna de agua
- Fuente presurizada
- Fuente estática

(a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;** funcionamiento seguro de la bomba; colocación adecuada del vehículo; consideraciones de seguridad personal; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión, sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) **Habilidades requeridas:** posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; colocar

correctamente el vehículo para llevar a cabo el ataque al incendio; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

6-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y tamaño de la línea, el flujo de bombeo y la presión de entrada deseada, bombear una línea de abastecimiento, de modo que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

(a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;** funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto y con los sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) **Habilidades requeridas:** posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizar un hidrante contraincendios en una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios), Copyright © 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 01169, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

El principal objetivo del conductor/operario es proporcionar al equipo de supresión de incendios el flujo de agua y la presión necesarios para conseguir controlar con eficacia un incendio y/o extinguirlo. Para cumplir este objetivo, los conductores/operarios deben conocer los aspectos teóricos del desarrollo de los chorros contraincendios. Por tanto, deben ser capaces de llevar esos conocimientos teóricos a la práctica durante las actuaciones en el lugar del incendio y producir chorros contraincendios eficaces.

En este capítulo, el conductor/operario aprenderá los métodos teóricos para calcular la pérdida de presión en diversos tendidos de mangueras y diversas situaciones de incendios. Aprenderá también a tener en cuenta los efectos de la fricción en el ensamblaje de la manguera, así como los efectos de la elevación sobre las líneas de



Figura 8.1 Las líneas de mano preconectadas son los tendidos de mangueras más utilizados por los cuerpos de bomberos. *Gentileza de Ron Jeffers.*

Tabla 8.1
Tamaños de mangueras más habituales

EE.UU. (pulgadas)	Canadá (mm)	NFPA (mm)
0,75	20	20
1	25	25
1,5	38	38
1,75	45	44
2	50	51
2,5	65	65
3	77	76
3,5	90	89
4	100	100
4,5	115	113
5	125	125
6	150	150

mangueras de abastecimiento. Por último, el conductor/operario aprenderá a utilizar las cifras resultantes de los cálculos de pérdida de presión para determinar la presión de descarga de la bomba necesaria para abastecer correctamente los chorros contraincendios.

En muy pocas ocasiones, los conductores/operarios realizan los cálculos contenidos en este capítulo cuando se encuentran en el lugar del incendio. Es más probable que utilicen los métodos descritos en el capítulo 9. Sin embargo, es importante que el conductor/operario sepa calcular la pérdida teórica de presión por fricción por muchos otros motivos, entre los que figuran los siguientes:

- Proporciona al conductor/operario un mejor conocimiento de los fundamentos en los que se basan los métodos que se utilizarán en el lugar del incendio descritos en el capítulo 9.
- Permite al conductor/operario predeterminar presiones de descarga de la bomba adecuadas para las líneas de mangueras preconnectadas y los tendidos de mangueras normales utilizados en su vehículo (véase la figura 8.1).
- Sirve como herramienta de planificación de prevención de incidentes en las propiedades en las que hay que desplegar las mangueras de un modo diferente al que utiliza normalmente el cuerpo de bomberos.

A lo largo de los siguientes apartados, se presentan una serie de problemas a modo de ejemplo para que el

Tabla 8.2
Diámetros de boquillas más habituales

EE.UU. (pulgadas)	Sistema métrico (mm) (exacto)	Sistema métrico (mm) (aproximado)
0,5	12.700	13
0,625	15.880	16
0,75	19.050	19
0,875	22.225	22
1	25.400	25
1,125	28.575	29
1,25	31.750	32
1,375	34.925	35
1,5	38.100	38
1,75	44.450	45
2	50.800	50
2,25	57.150	57
2,5	63.500	65
2,75	69.850	70
3	76.200	77

conductor/operario se familiarice con los conceptos utilizados en los cálculos hidráulicos. No obstante, con los siguientes cálculos de ejemplo no se pretende que el conductor/operario se limite a utilizar un solo método de solución. Los problemas de ejemplo sirven de pautas para todos aquéllos que no estén familiarizados con los cálculos. Asimismo, los ejemplos muestran el método apropiado para resolver un problema concreto. Están resueltos paso a paso para enseñar al lector todo el proceso de resolución del problema. Gracias a los ejercicios, el lector puede practicar la resolución de problemas utilizando el formato presentado en los ejemplos.

NOTA: con el fin de evitar el desorden y la confusión de intentar ir cambiando entre las unidades anglosajonas y el sistema métrico, este capítulo aparece en dos versiones. Esta versión contiene el sistema de medidas anglosajón. A continuación, encontrará una segunda versión del capítulo 8 con los cálculos formulados según el sistema métrico.

Antes de entrar en materia, es importante revisar los tamaños habituales de las mangueras y de los extremos de las boquillas de chorro directo utilizados hoy en día por los cuerpos de bomberos. Esas cifras se utilizan en todos los capítulos restantes de este manual. Las tablas



Figura 8.2 Un ejemplo de un cambio de altura es el uso de un chorro maestro elevado.

8.1 y 8.2 contienen equivalencias entre medidas en el sistema anglosajón y en el sistema métrico. Todas las medidas incluidas en las publicaciones de la IFSTA siguen un documento titulado “*Training Guidelines for the Metric Conversion of Fire Departments in Canada*” (Indicaciones generales para la conversión métrica de los cuerpos de bomberos de Canadá). La NFPA no sigue las mismas pautas y, por tanto, la tabla 8.1 presenta algunas diferencias en los tamaños de las mangueras expresadas en el sistema métrico. Las jurisdicciones que utilizan los tamaños de las mangueras establecidos por la NFPA deben consultar esta tabla para utilizar el resto del manual.

Pérdida total de presión: pérdida de presión por fricción más pérdida de presión por altura

Para producir chorros contraincendios eficaces, es preciso conocer la cantidad de pérdida de presión por fricción en la manguera y cualquier cambio de presión provocado por la altura. Como ya se ha explicado en el capítulo 6, la pérdida de presión por fricción puede ser consecuencia de múltiples factores: el estado de la manguera, el estado de los coples, pliegues, entre otros. No obstante, el factor principal es el volumen de agua que fluye por minuto.

A la hora de calcular la pérdida de presión por fricción, también hay que tener en cuenta la longitud y el diámetro de la línea de mangueras y cualquier accesorio montado en dicha línea. Dado que la cantidad de mangueras utilizadas entre el autobomba y la boquilla no es siempre la misma, el conductor/operario debe ser capaz de determinar la pérdida de presión por fricción para una línea de mangueras de una longitud determinada. Las diferencias en elevación, como las colinas, los

barrancos, los dispositivos elevadizos o los edificios de varias plantas, crean una pérdida o un aumento de presión conocida como *presión por altura*. El desarrollo de la presión por altura se produce siempre que la boquilla y la bomba se encuentren a alturas diferentes (véase la figura 8.2).

A la combinación de las pérdidas de presión por fricción y por altura se le denomina *pérdida total de presión*, que no debe confundirse con la presión de descarga total de la bomba, en la que también se incluye la presión de la boquilla. Este tipo de presión se definirá más adelante en este capítulo. Tanto la pérdida de presión por fricción como la pérdida de presión por altura se expresan en libras por pulgada cuadrada (lb/pulg²).

Cómo determinar la pérdida de presión por fricción

Existen dos métodos para determinar la pérdida de presión por fricción: pruebas reales y cálculos. El más preciso de estos métodos son las pruebas reales realizadas *in situ*. En las pruebas *in situ* se utilizan manómetros en línea para medir la pérdida de presión por fricción a diversos flujos de un tendido de mangueras real. El método de cálculo implica el uso de ecuaciones matemáticas de pérdida de presión por fricción y métodos de aplicación *in situ*. Este capítulo se centra en el uso de ecuaciones matemáticas para determinar la pérdida de presión por fricción. Las aplicaciones *in situ* se tratan en el capítulo 9.

Es preciso puntualizar que el único método realmente preciso para determinar la pérdida de presión en cualquier tendido de mangueras es medir la presión en ambos extremos de la manguera y restar la diferencia; no obstante, este método no resulta práctico en las situaciones reales. El cálculo de la pérdida de presión a través del uso de fórmulas o de aplicaciones *in situ* es, a lo sumo, una ciencia inexacta. Las cifras derivadas de estos métodos de cálculo serán probablemente muy diferentes de las obtenidas al realizar pruebas reales. Sin embargo, las cifras que resultan del método de cálculo suelen acercarse bastante a la situación real, por lo que son suficientemente fiables para garantizar cierto nivel de seguridad en las actuaciones en el lugar del incendio.

El cuerpo de bomberos utilizaba anteriormente la fórmula $2Q^2 + Q$ como base para los cálculos matemáticos de pérdida de presión por fricción. Esta fórmula se basaba en la pérdida de presión media de una manguera de 2,5 pulgadas fabricada en los años 30 (véase la figura 8.3). Para obtener la pérdida de presión por fricción en mangueras de otros tamaños, era preciso

utilizar factores de conversión. Además de este inconveniente, la fórmula no tenía en cuenta la longitud de la línea de mangueras, que se calculaba aparte.

Las mejoras en la tecnología de la fabricación de mangueras en los últimos 30 años aproximadamente provocaron que está vieja fórmula para calcular la pérdida de presión por fricción se quedase obsoleta (véase la figura 8.4). Para las mangueras que se utilizan en la actualidad, esa fórmula ofrecía como resultado una pérdida de presión por fricción demasiado elevada e irreal. Por tanto, existía la necesidad de desarrollar otra fórmula, que tuviera en cuenta el tamaño de la manguera contraincendios, la cantidad de agua del flujo y la longitud del tendido de mangueras. Esos tres factores dieron lugar a la siguiente fórmula para calcular la pérdida de presión por fricción:

ECUACIÓN A

FL = CQ²L

Donde:

FL = pérdida de presión por fricción expresada en lb/pulg²

C = coeficiente de pérdida de presión por fricción (correspondiente a los valores de la tabla 8.3)

Q = proporción de flujo expresada en centenas de galones por minuto (flujo/100)

L = longitud de la manguera expresada en centenas de pies (longitud/100)

La tabla 8.3 contiene los coeficientes de pérdida de presión por fricción más habituales para las mangueras de los diferentes tamaños que se utilizan hoy en día. Tanto la IFSTA como la NFPA utilizan esos coeficientes, que son sencillamente aproximaciones de la pérdida de presión por fricción en mangueras de diversos tamaños. Los coeficientes reales de cualquier parte de la manguera varían según el estado de la manguera y según el fabricante. Al utilizar los coeficientes indicados en este manual, los resultados reflejan una situación peor. En otras palabras, los resultados probablemente muestren unos valores ligeramente superiores a la pérdida real de presión por fricción. Los cuerpos que requieran cálculos más exactos, deberán pedir los coeficientes específicos al fabricante de la manguera o realizar los cálculos reales, que se explican en el siguiente apartado de este capítulo.

Los pasos para determinar la pérdida de presión por fricción con la ecuación A son los siguientes:

Paso 1. Obtenga el coeficiente de pérdida de presión por fricción para la manguera que está utilizando a partir de la tabla 8.3.

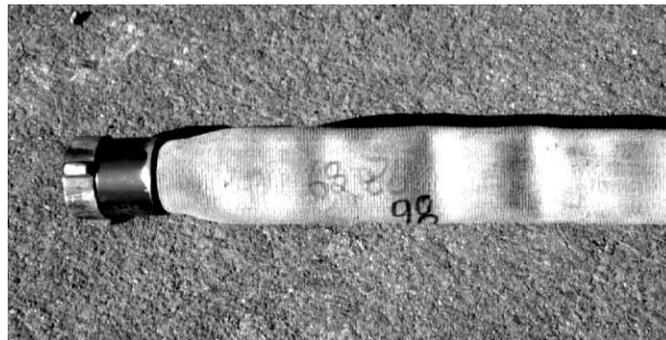


Figura 8.3 Las mangueras más antiguas tenían un recubrimiento textil.

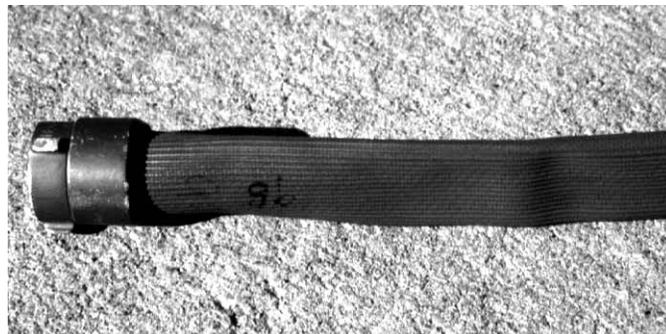


Figura 8.4 Las mangueras contraincendios más nuevas tienen un recubrimiento de goma o similar.

Paso 2. Determine la cantidad en centenas de galones de agua por minuto que fluyen (Q) a través de la manguera aplicando la ecuación $Q = \text{gpm} / 100$.

Paso 3. Determine la cantidad de centenas de pies de la manguera (L) aplicando la ecuación $L = \text{pies} / 100$.

Paso 4. Realice la ecuación A con las cifras obtenidas en los pasos 1, 2 y 3 para obtener la pérdida total de presión por fricción.

Ejemplo 1

Si una boquilla tiene un flujo de 300 galones por minuto, ¿cuál es la pérdida total de presión por fricción en una manguera de 400 pies de longitud y 2,5 pulgadas de diámetro?

C = 2 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{300}{100} \quad Q = 3$$

$$L = \frac{\text{longitud de la manguera}}{100} \quad L = \frac{400}{100} \quad L = 4$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(3)^2(4) \quad FL = (2)(9)(4)$$

FL = 72 lb/pulg² de pérdida total de presión por fricción

Ejemplo 2

¿Cuál es la pérdida total de presión por fricción en una manguera de 600 pies y de 4 pulgadas de diámetro con un flujo de 750 gpm?

C = 0,2 de la tabla 8.3



Figura 8.5a Para medir la presión de velocidad de un chorro de agua, se utilizan un tubo de Pitot y un manómetro.



Figura 8.5b Los caudalímetros proporcionan una lectura del volumen de agua descargada a través de una apertura.

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{750}{100} \quad Q = 7,5$$

$$L = \frac{\text{longitud de la manguera}}{100} \quad L = \frac{600}{100} \quad L = 6$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,2)(7,5)^2(6) \quad FL = (0,2)(56,25)(6)$$

FL = 67,5 lb/pulg² de pérdida total de presión por fricción

Ejemplo 3

¿Cuál es la pérdida total de presión por fricción en una manguera de 250 pies y de 1,75 pulgadas de diámetro con un flujo de 150 gpm?

C = 15,5 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{150}{100} \quad Q = 1,5$$

$$L = \frac{\text{longitud de la manguera}}{100} \quad L = \frac{250}{100} \quad L = 2,5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (15,5)(1,5)^2(2,5) \quad FL = (15,5)(2,25)(2,5)$$

FL = 87,2 lb/pulg² de pérdida total de presión por fricción

Cómo determinar sus propios coeficientes de pérdida de presión por fricción

Si desea obtener resultados más precisos para las mangueras que transporta en su vehículo en vez de utilizar los resultados de los coeficientes de pérdida de presión por fricción estándares, es recomendable que realice algunas pruebas a su manguera para establecer

Tabla 8.3
Coeficiente de pérdida de presión por fricción
Líneas de manguera única

Diámetro de la manguera (pulgadas)	Coefficiente
0,75 (nodriza)	1.100
1 (nodriza)	150
1,25 (nodriza)	80
1,5	24
1,75 con coples de 1,5 pulgadas	15,5
2	8
2,5	2
3 con coples de 2,5 pulgadas	0,8
3 con coples de 3 pulgadas	0,677
3,5	0,34
4	0,2
4,5	0,1
5	0,08
6	0,05
Tuberías montantes	
4	0,374
5	0,126
6	0,052

los coeficientes reales. En caso de que el cuerpo de bomberos disponga del equipo necesario, el procedimiento para determinar la pérdida de presión por fricción en una manguera es bastante sencillo. No obstante, antes de empezar con el procedimiento, es preciso tener en cuenta algunos principios básicos. Para obtener resultados indicativos de los valores medios que se registrarán en el lugar del incendio, es necesario utilizar la misma manguera que utilizaría en caso de incendio. Haga las pruebas con mangueras que estén en servicio y no con mangueras almacenadas o mangueras que no se hayan utilizado nunca (a menos que se vaya a poner en servicio una manguera nueva).

Cuando realice esas pruebas a mangueras, pruebe sólo un tipo de manguera cada vez; por ejemplo, si el cuerpo está realizando pruebas a mangueras de 3 pulgadas de diámetro, fabricadas en algodón y poliéster y con recubrimiento doble, no mezcle con esas mangueras ninguna de diferente tamaño o de diferente fabricación. Si el cuerpo suele mezclar mangueras de múltiples tipos, puede que sea muy difícil obtener un coeficiente de pérdida de presión por fricción adecuado para todas las situaciones. Las diferencias en la

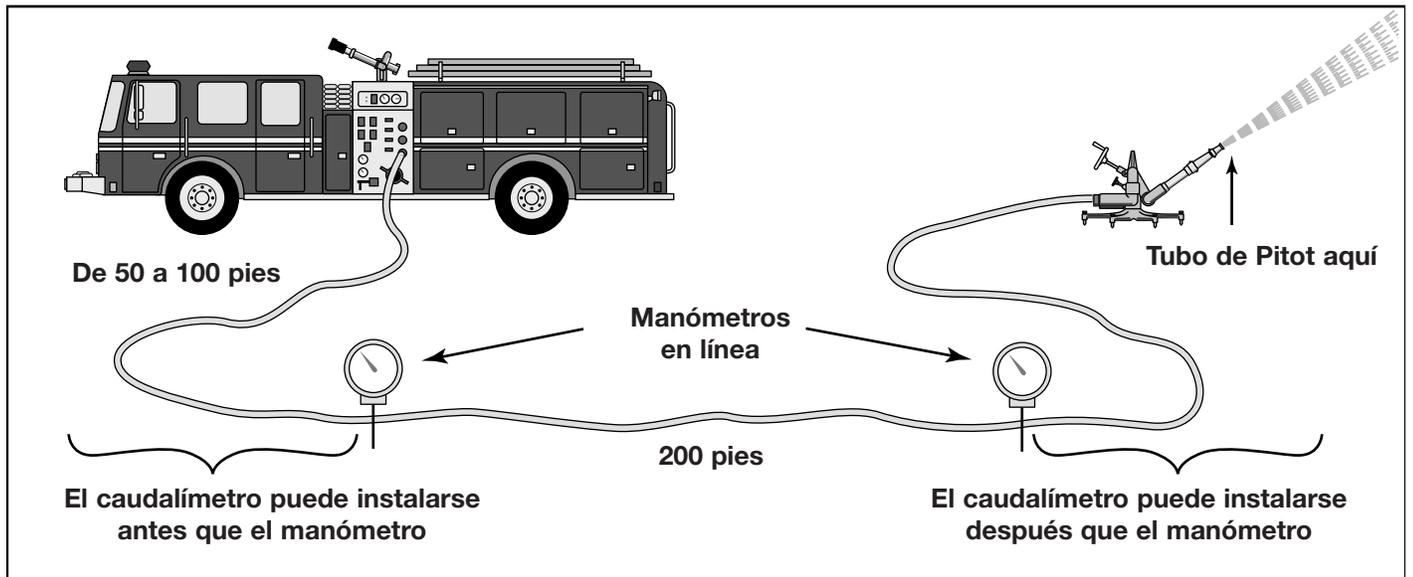


Figura 8.6 Este tendido puede utilizarse para calcular el coeficiente de pérdida de presión por fricción en cualquier manguera contraincendios.

fabricación, en los tejidos, en los revestimientos de goma, en los coples y en el desgaste provocan diferentes cantidades de pérdida de presión por fricción.

La precisión de los resultados de las pruebas dependerá del equipo utilizado para calcularlos. Por tanto, es fundamental que todos los dispositivos de medición (tubos de Pitot, manómetros en línea, caudalímetros, etc.) estén bien calibrados para obtener resultados óptimos. El equipo necesario para realizar esas pruebas es el siguiente:

- Un tubo de Pitot o caudalímetro (véanse las figuras 8.5 a y b).
- Dos manómetros en línea, preferiblemente calibrados en incrementos de 5 lb/pulg² o menores
- Una manguera para realizar las pruebas
- Una boquilla con el interior liso si se usa un tubo de Pitot
- Cualquier tipo de boquilla si se utiliza un caudalímetro

A continuación, se detalla el procedimiento paso a paso para determinar la pérdida de presión por fricción en cualquier manguera:

- Paso 1. Tienda la manguera en una superficie plana. Tienda 300 pies si la longitud de las mangueras es de 50 pies o 400 metros si es de 100 pies.
- Paso 2. Conecte el extremo de la línea de mangueras a una descarga del autobomba que se utiliza para efectuar las pruebas. Conecte una boquilla en el otro extremo de la línea de mangueras. Si utiliza un tubo de Pitot para calcular la presión de la

boquilla y el correspondiente flujo de agua, utilice una boquilla con el interior liso. En cambio, si utiliza un caudalímetro para determinar el flujo, cualquier tipo de boquilla es válido (véase la figura 8.6).

- Paso 3. Inserte el manómetro 1 en la línea de mangueras en la conexión situada entre la primera y la segunda manguera lejos de la descarga. Haga esta conexión a 50 pies del autobomba si la longitud de la manguera es de 50 pies. Si se utilizan mangueras de 100 pies, entonces hay que colocar el manómetro 1 a 100 pies del autobomba.
- Paso 4. Inserte el manómetro 2 a una distancia de 200 pies del manómetro 1, independientemente de la longitud de las mangueras. Dependiendo de la longitud de las mangueras, el manómetro 2 debe estar situado a una distancia de 50 ó 100 pies de la boquilla. Si se emplea un caudalímetro portátil, NO lo inserte entre los manómetros, sino en cualquier otro lugar de la línea de mangueras.
- Paso 5. Cuando haya colocado todos los accesorios en la línea de mangueras, puede empezar las pruebas. Proporcione agua a la línea de mangueras a una presión de descarga de la bomba constante durante el transcurso de cada prueba. Dado que se deben realizar tres o cuatro pruebas para cada grupo de mangueras del mismo tamaño, es preciso utilizar diferentes presiones de descarga de la bomba, siempre y cuando se mantenga la misma presión de descarga a lo largo de cada prueba. Aplique una

presión de descarga de la bomba suficiente para que la boquilla produzca un chorro contraincendios en condiciones.

Paso 6. Cuando el agua haya empezado a fluir, registre la presión de descarga de la bomba, las lecturas de los manómetros 1 y 2 y las lecturas del

caudalímetro o del tubo de Pitot (dependiendo de cuál de los dos esté utilizando) en los espacios correspondientes de la Figura 8.7.

Paso 7. Rellene la Figura 8.7 como se indica en la tabla. Con ello, obtendrá el coeficiente de pérdida de presión por fricción para su manguera.

Figura 8.7

Cuadro para calcular el coeficiente de pérdida de presión por fricción

Fecha: ___ / ___ / ___ Tamaño de la manguera _____ Pulgadas Construcción de la manguera _____

Persona que realiza la prueba _____

Columna 1 Prueba nº.	Columna 2 Presión de descarga de la bomba lb/pulg ²	Columna 3 Presión en el manómetro 1 lb/pulg ²	Columna 4 Presión en el manómetro 2 lb/pulg ²	Columna 5 Presión de la boquilla* lb/pulg ²	Columna 6 Flujo del caudalímet ro o de la ecuación**	Columna 7 $\left(\frac{\text{GPM}}{100}\right)^2$ o $\left(\frac{\text{Col.6}}{100}\right)^2$	Columna 8 Pérdida de presión por fricción por 100 pies o $\left(\frac{\text{Col.3}-\text{Col.4}}{2}\right)$	Columna 9 C $\left(\frac{\text{Col.8}}{\text{Col.7}}\right)$
1								
2								
3								
4								
								Total de las 9 col.
								Media C= _____
								Núm. de pruebas realizadas
								Media C= _____

*No es necesario si se utiliza un caudalímetro

**GPM = 29,7 d² √NP

Figura 8.7 Este cuadro puede utilizarse para calcular el coeficiente de pérdida de presión por fricción en cualquier manguera contraincendios.

En la Figura 8.8 se recogen los resultados de las pruebas de un cuerpo de bomberos que optó por determinar su propio coeficiente para la manguera de 2,5 pulgadas de diámetro que utilizaban. Las pruebas se realizaron a tres presiones de descarga de la bomba diferentes. Tras rellenar la figura 8.8, el cuerpo determinó que el coeficiente real para sus mangueras

de 2,5 pulgadas era de 1,6. Esta cifra es un 20 por ciento superior al coeficiente estándar para la manguera de 2,5 pulgadas utilizado en este manual (C=2).

Pérdida de presión causada por los accesorios

En las actuaciones en el lugar del incendio suelen emplearse accesorios para líneas de mangueras, como

Figura 8.8

Cuadro para calcular el coeficiente de pérdida de presión por fricción

Fecha: ___ / ___ / ___ Tamaño de la manguera ___ Pulgadas Construcción de la manguera _____

Persona que realiza la prueba _____

Columna 1 Prueba nº.	Columna 2 Presión de descarga de la bomba lb/pulg ²	Columna 3 Presión en el manómetro 1 lb/pulg ²	Columna 4 Presión en el manómetro 2 lb/pulg ²	Columna 5 Presión de la boquilla* lb/pulg ²	Columna 6 Flujo del caudalímetro o de la ecuación**	Columna 7 $\left(\frac{\text{GPM}}{100}\right)^2$ o $\left(\frac{\text{Col.6}}{100}\right)^2$	Columna 8 Pérdida de presión por fricción por 100 pies o $\left(\frac{\text{Col.3}-\text{Col.4}}{2}\right)$	Columna 9 C $\left(\frac{\text{Col.8}}{\text{Col.7}}\right)$
1	130	122	107	—	220	$\left(\frac{220}{100}\right)^2 = 4.84$	7,5	1,56
2	150	143	123	—	250	$\left(\frac{250}{100}\right)^2 = 6.25$	10	1,6
3	170	157	131	—	280	$\left(\frac{280}{100}\right)^2 = 7.84$	13	1,64
4	—	—	—	—	—	—	—	—

Total de
las 9 col.

4,8

Media C=

3

Núm. de
pruebas
realizadas

*No es necesario si se utiliza un caudalímetro

**GPM = 29,7 d² √NP

Media C=

1,6

Figura 8.8 Los resultados de cada prueba se registran en el cuadro.



Figura 8.9a Reductor.



Figura 8.9b Cople "Y" conmutado.

reductores, aumentadores, compuertas de válvulas, coples "Y", cuadros de válvulas, vehículos con dispositivos elevadizos y sistemas de tuberías montantes (véanse las figuras 8.9 a-d). La pérdida de presión por fricción varía según el tipo de accesorio que la provoca. Esta pérdida es insignificante en casos donde el flujo total a través del accesorio en cuestión es inferior a 350 gpm por lo que, para el propósito de este manual, no se han incluido los cálculos de flujos menores a éste. La pérdida de presión por fricción en esos accesorios varía según la capacidad estipulada del dispositivo y del flujo. Por regla general, suele producirse una pérdida segura de 25 lb/pulg² o mayor al fluir a la capacidad estipulada. En el caso de las siamesas y los coples "Y", la pérdida de presión por fricción varía según el tamaño del dispositivo y la cantidad de flujo. En este manual, supondremos una pérdida de 0 lb/pulg² en los flujos inferiores a 350 gpm y una pérdida de 10 lb/pulg² para cada accesorio (que



Figura 8.9c Siamesa.

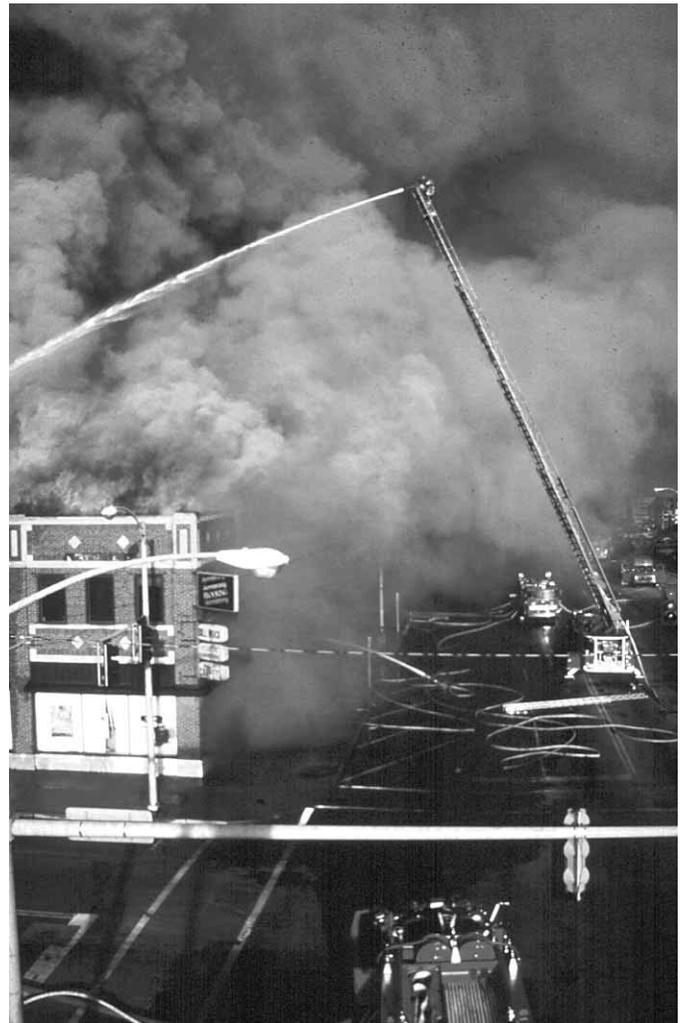


Figura 8.9d Los dispositivos elevadizos provocan una pérdida de presión por fricción.

no sea un dispositivo de chorro maestro) en un ensamble de mangueras con un flujo de 350 gpm o más. La pérdida provocada por la fricción de las boquillas en las líneas de mano no se incluye en los

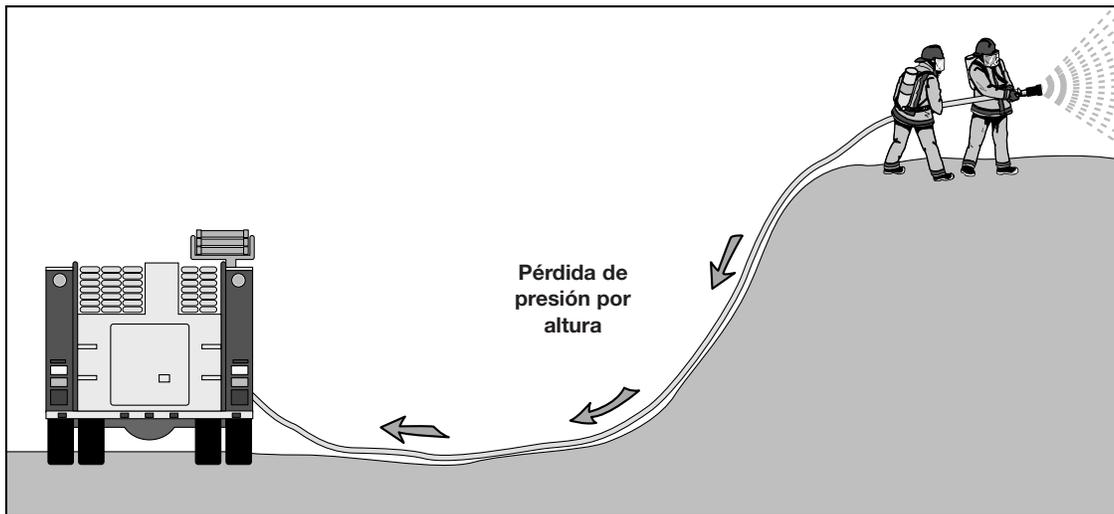


Figura 8.10 En esta situación, la bomba sufriría una pérdida de presión por altura.

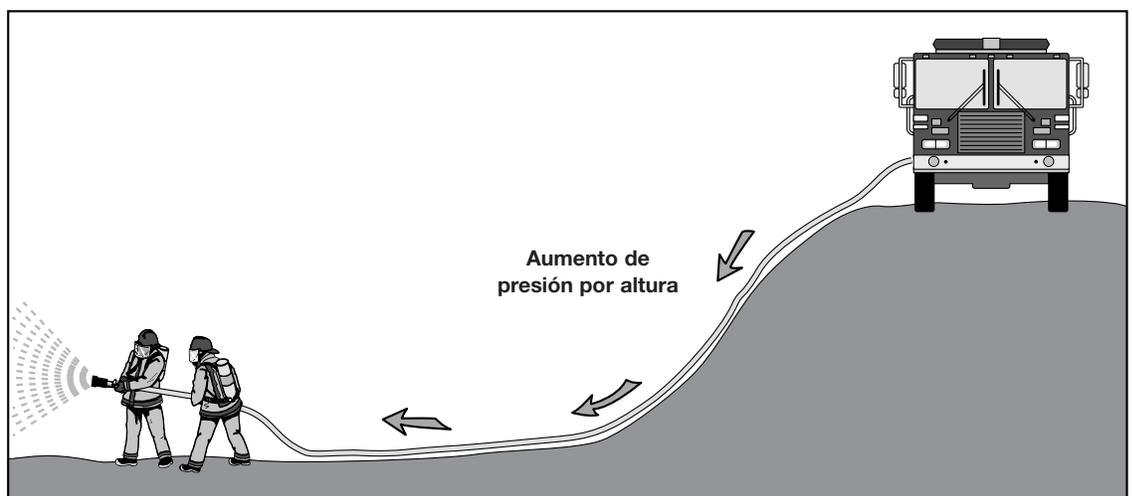


Figura 8.11 En esta situación, la bomba experimentaría un aumento de presión por altura.

cálculos de este manual, ya que suele ser insignificante en comparación con la pérdida de presión total en un ensamblaje de mangueras. **En este manual, supondremos una pérdida de presión por fricción de 25 lb/pulg² en todos los accesorios de chorros maestro, independientemente del flujo.**

Igual que con la manguera contraincendios, el único modo fiable para determinar la pérdida de presión por fricción exacta para cada accesorio es que los cuerpos de bomberos lleven a cabo sus propias pruebas de fricción. En el apéndice B, se incluye un método para calcular esta pérdida de presión por fricción.

Cómo determinar la presión por altura

En las actuaciones en el lugar del incendio suelen emplearse líneas de mangueras colocadas a diversas alturas. Por lo que es necesario tener en cuenta la presión por altura, que es consecuencia de las

diferencias en la elevación de la boquilla y la bomba, a la hora de determinar la pérdida total de presión.

El agua ejerce una presión de 0,434 lb/pulg² por pie de altura. Cuando una boquilla está situada a una altura superior a la del vehículo, la presión se ejerce contra la bomba (véase la figura 8.10). Para compensar esta “pérdida” de presión, es necesario sumar la presión por altura a la pérdida de presión por fricción para obtener la pérdida total de presión. En cambio, si la boquilla se encuentra a una altura inferior a la del vehículo, la presión se ejerce contra la boquilla (véase la figura 8.11). Este “aumento” de la presión se compensa sustrayendo la presión por altura de la pérdida total de presión por fricción.

Para simplificar los cálculos de la presión por altura en el lugar del incendio, puede utilizarse la siguiente fórmula:

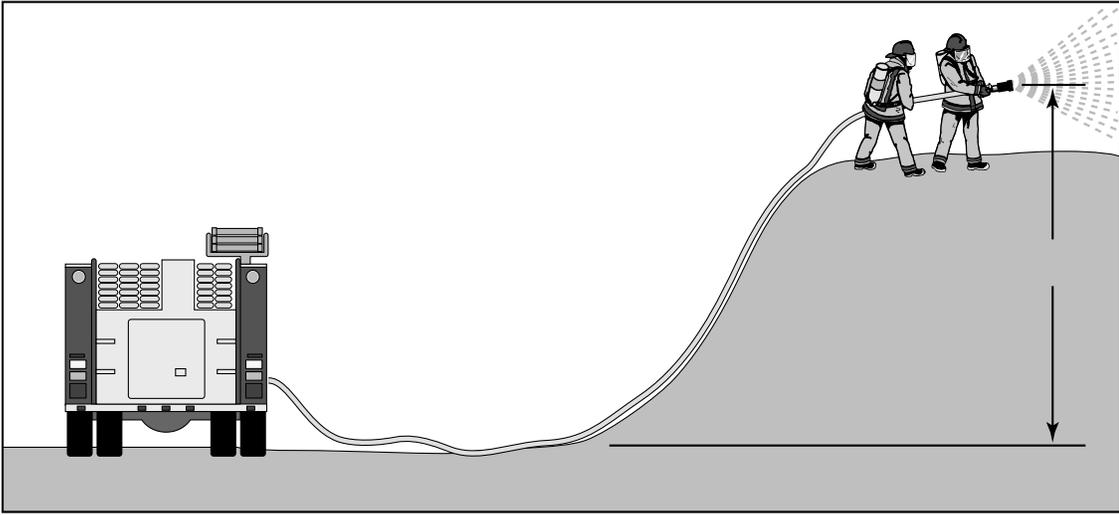


Figura 8.12 Ejemplo 4.

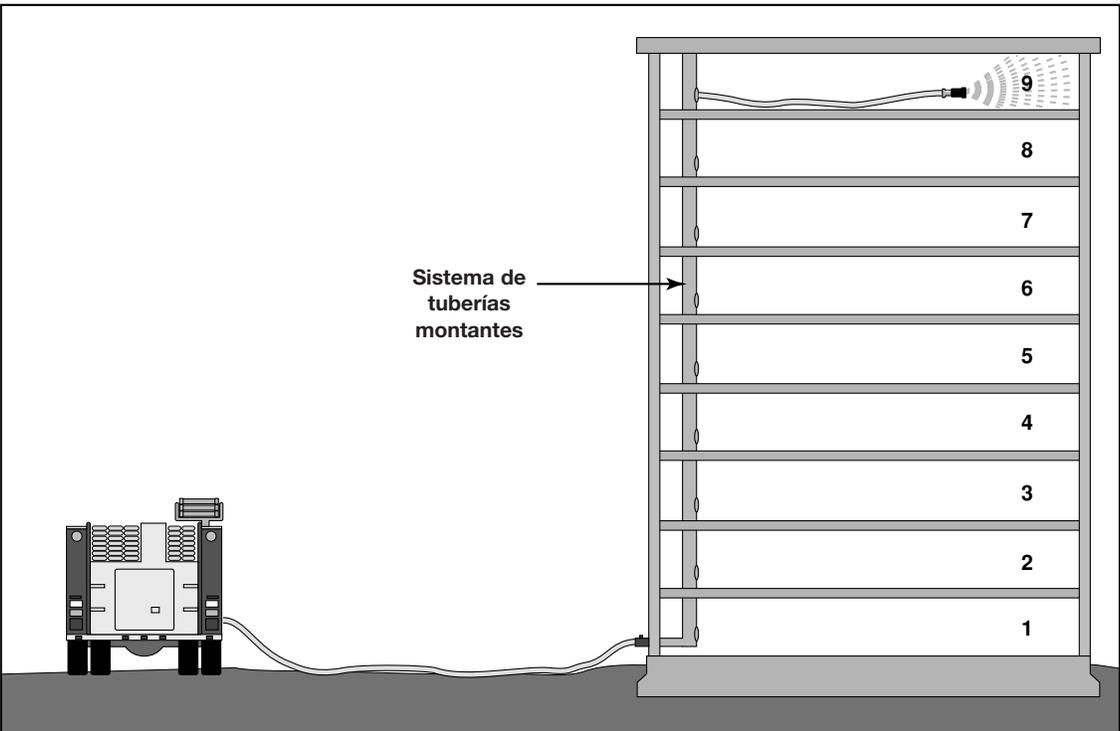


Figura 8.13 Ejemplo 5.

ECUACIÓN B

EP = 0,5H

Donde:

EP =presión por altura expresada en lb/pulg²

0.5 =una constante

H =altura en pies

Suele ser más sencillo determinar la presión por altura en un edificio con múltiples plantas utilizando otro método: se cuentan las plantas del edificio y se aplica la siguiente ecuación.

ECUACIÓN C

EP = 5 lb/pulg² x (número de plantas-1)

A continuación, se muestran algunos ejemplos del cálculo de la presión por altura.

Ejemplo 4

Calcule la pérdida total de presión por altura de una línea de mangueras situada en una colina con una altitud de 100 metros (véase la figura 8.12).

EP =0,5H

EP =(0,5)(100)

EP =50 lb/pulg²

Ejemplo 5

Una línea de mangueras situada en una estructura de 9 pisos está conectada al sistema de tuberías montantes del edificio (véase la figura 8.13). ¿Cuál es la pérdida total de presión por altura en la base del sistema de tuberías montantes?

$$EP = 5 \text{ lb/pulg}^2 \times (\text{número de plantas}-1)$$

$$EP = 5 \text{ lb/pulg}^2 \times (9 - 1)$$

$$EP = (5)(8)$$

$$EP = 40/\text{pulg}^2$$

Accesorios para los tendidos de mangueras

Entre los tendidos de mangueras encontramos líneas de manguera única, múltiples, de cople “Y” o con cuadros de válvulas y siamesas. En cada uno de estos tipos de tendidos, la pérdida de presión por fricción depende de factores como el diámetro de la manguera y las longitudes iguales o no de los tendidos de las mangueras.

Como ya se ha especificado anteriormente, la suma de la pérdida de presión por fricción y la presión por altura se denomina pérdida total de presión. Los cambios en la presión total se deben a la pérdida de presión por fricción en la manguera, la pérdida de presión por fricción en los accesorios (cuando los flujos superan los 350 gpm) y cualquier cambio en la presión por altura. Al sumar todas estas pérdidas de presión, se puede obtener la pérdida total de presión para cualquier tendido de mangueras. Por último, el conductor/operario utiliza esa información para establecer la presión de descarga adecuada para la bomba contraincendios (estas cuestiones se explican en la parte final de este capítulo).

Los tendidos de mangueras pueden dividirse en dos categorías básicas: tendidos de mangueras simples y complejos. Los principios utilizados para determinar la pérdida total de presión en cada categoría son prácticamente iguales. A partir de la complejidad de los cálculos de pérdida de presión por fricción puede concluirse si un tendido de mangueras es simple o complejo.

Tendidos de mangueras simples

Entre los tendidos de mangueras simples, encontramos las líneas de manguera única, las líneas de mangueras múltiples de igual longitud, las líneas de mangueras de cople “Y” de igual longitud, y las líneas de mangueras con siamesas de igual longitud. Todos esos



Figura 8.14 Los incidentes más pequeños pueden controlarse con una única línea de ataque. *Gentileza de Ron Jeffers.*

tendidos de mangueras, que son los más habituales, no presentan una gran dificultad a la hora de determinar la pérdida total de presión.

Línea de manguera única

El tendido de mangueras más utilizado es la línea de manguera única (véase la figura 8.14). Resulta muy sencillo calcular la pérdida de presión por fricción de este tendido de mangueras, ya se use como línea de ataque o bien como línea de abastecimiento. Los siguientes ejemplos muestran cómo se determina la pérdida total de presión en una línea de manguera única.

Ejemplo 6

Un autobomba abastece a una línea de mangueras de 300 pies con un flujo de 125 gpm. La línea de mangueras está compuesta por una manguera de 200 pies y de 2,5 pulgadas de diámetro reducida a 100 pies y a 1,5 pulgadas (véase la figura 8.15). ¿Cuál es la pérdida de presión debida a la fricción en el ensamblaje de mangueras?

Manguera de 2,5 pulgadas

$$C = 2 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{125}{100} \quad Q = 1,25$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{200}{100} \quad L = 2$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(1,25)^2(2) \quad FL = (2)(1,5625)(2)$$

$$FL = 6,25 \text{ lb/pulg}^2$$

Manguera de 1,5 pulgadas

$$C = 24 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{125}{100} \quad Q = 1,25$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{100}{100} \quad L = 1$$

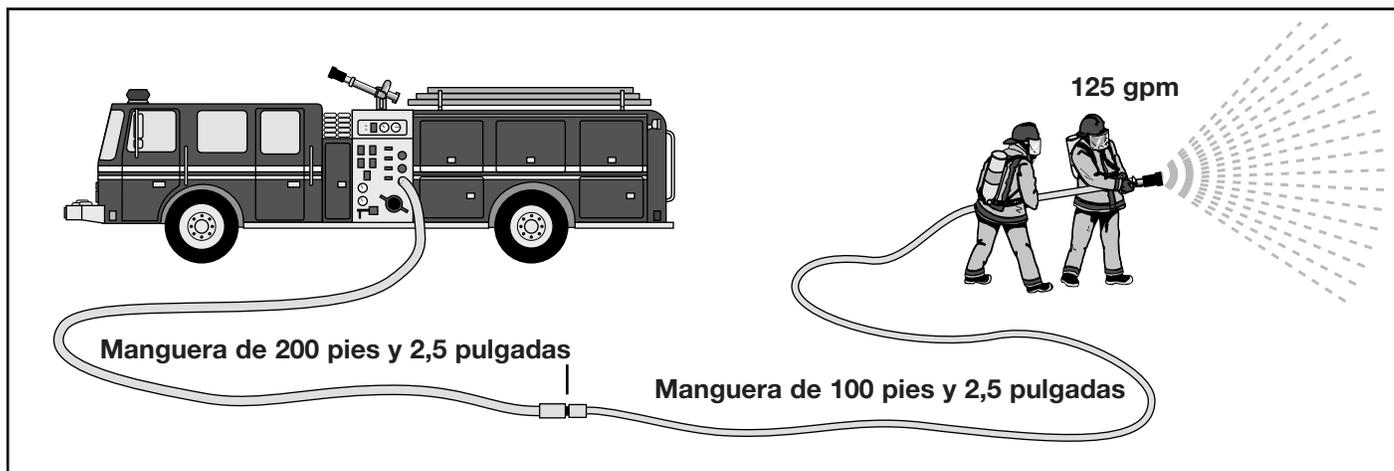


Figura 8.15 Ejemplo 6.

$$FL = CQ^2L \quad FL = (24)(1,25)^2(1) \quad FL = (24)(1,5625)(1)$$

$$FL = 37,5 \text{ lb/pulg}^2$$

Pérdida total de presión

$$TPL = 37,5 + 6,25 = 43,75 \text{ lb/pulg}^2 \text{ de pérdida de presión en el ensamblaje de mangueras}$$

Ejemplo 7

Se declara un incendio en el tercer piso de un edificio. Una compañía de autobomba se dirige al segundo piso y conecta una manguera de 150 pies y de 1,75 pulgadas de diámetro a la salida de la tubería montante. Calcule la pérdida total de presión debida a la fricción y la presión por altura en la conexión del cuerpo de bomberos al sistema de tuberías montantes si el flujo es de 175 gpm. (Ignore la pérdida de presión por fricción en el sistema de tuberías montantes.)

Manguera de 1,75 pulgadas

$$C = 15,5 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{175}{100} \quad Q = 1,75$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{150}{100} \quad L = 1,5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (15,5)(1,75)^2(1,5)$$

$$FL = (15,5)(3,0625)(1,5)$$

$$FL = 71 \text{ lb/pulg}^2$$

Presión por altura

$$EP = 5 \text{ lb/pulg}^2 \times (\text{número de plantas}-1)$$

$$EP = 5 \text{ lb/pulg}^2 \times (3 - 1)$$

$$EP = (5)(2)$$

$$EP = 10 \text{ lb/pulg}^2$$

Pérdida total de presión

$$TPL = 71 + 10 = 81 \text{ lb/pulg}^2 \text{ de pérdida de presión en el ensamblaje de mangueras}$$

Líneas de mangueras múltiples (de igual longitud)

Las actuaciones en el lugar del incendio pueden implicar el uso de más de una línea de mangueras desde un autobomba (véase la figura 8.16). Esas líneas de mangueras, independientemente del diámetro, suelen tener la misma longitud.

Al determinar la pérdida de presión por fricción en las líneas múltiples de igual longitud y con los mismos diámetros, sólo es necesario realizar los cálculos para una línea, ya que las otras líneas tendrán aproximadamente la misma pérdida de presión por fricción. A la inversa, cuando los diámetros de las líneas de mangueras varían, se deben realizar los cálculos de pérdida de presión por fricción para cada una de las mangueras. La presión de descarga de la bomba se ajusta luego con la presión más alta. La válvula de la manguera que necesite menos presión se cierra parcialmente para reducir la presión de la descarga. El siguiente ejemplo es una muestra de cómo determinar la pérdida total de presión cuando se utilizan líneas de mangueras múltiples.

Ejemplo 8

Dadas tres líneas de mangueras de 2,5 pulgadas, cada una de 400 pies de longitud, tendidas con extremos de 1 pulgada y con una presión en la boquilla de cada una de ellas de 50 lb/pulg², ¿Cuál es la pérdida total de presión por fricción en cada línea de mangueras?

$$GPM = 29,7 d^2 \sqrt{NP}$$

$$GPM = (29,7) (1)^2 (\sqrt{50})$$

$$GPM = 210 \text{ gpm}$$

$$C = 2 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{210}{100} \quad Q = 2,1$$

Tabla 8.4
Coefficientes de pérdida de presión por fricción
Líneas siamesas de igual longitud

Cantidad de mangueras y su diámetro (pulgadas)	Coefficiente
Dos de 2,5 pulgadas	0,5
Tres de 2,5 pulgadas	0,22
Dos de 3 pulgadas con coples de 2,5 pulgadas	0,2
Una de 3 pulgadas con coples de 2,5 pulgadas, una de 2,5 pulgadas	0,3
Una de 3 pulgadas con coples de 3 pulgadas, una de 2,5 pulgadas	0,27
Dos de 2,5 pulgadas, una de 3 pulgadas con coples de 2,5 pulgadas	0,16
Dos de 3 pulgadas con coples de 2,5 pulgadas, una de 2,5 pulgadas	0,12

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{400}{100} \quad L = 4$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(2,1)^2(4) \quad FL = (2)(4,41)(4)$$

FL = 35,3 lb/pulg² en cada línea de mangueras

Líneas de mangueras con coples "Y" (de igual longitud)

En un ensamblaje de mangueras suele utilizarse una línea de mangueras, normalmente de 2,5, 3 ó 4 pulgadas de diámetro conectadas con un cople "Y" para formar dos o más líneas de ataque más pequeñas. Las líneas de ataque resultantes pueden diferir en tamaño, van de 1,5 a 2,5 pulgadas, pero suelen tener la misma longitud. Es importante que estas líneas conectadas con un cople "Y" tengan la misma longitud y el mismo diámetro para no tener dos presiones diferentes en las boquillas y un problema de pérdida de presión por fricción muy grave.

El cálculo de la pérdida de presión por fricción en las líneas de mangueras de longitud y diámetro iguales es bastante sencillo. Cuando la presión de la boquilla, la longitud de la manguera y el diámetro son iguales en ambas líneas, el flujo total de agua se divide en dos partes iguales en el cople "Y". Con ello, sólo se tiene que calcular la pérdida total de presión de una de las líneas de manguera conectadas con el cople "Y". Siga los siguientes pasos para calcular la pérdida de presión por fricción en un ensamblaje de líneas de mangueras conectadas con un cople "Y".

Paso 1. Calcule la cantidad de centenares de gpm que fluyen en cada línea de manguera conectada con un cople "Y" aplicando la siguiente ecuación:



Figura 8.16 Es posible que el operario de la bomba tenga que abastecer a líneas de mangueras múltiples en un incendio de gran envergadura. *Gentileza de Ron Jeffers.*

$$Q = \frac{\text{proporción de flujo (gpm)}}{100}$$

Paso 2. Determine la pérdida de presión por fricción en una de las líneas de ataque con cople "Y" aplicando la siguiente ecuación:

$$FL = CQ^2L$$

Paso 3. Calcule el número total de centenares de gpm que fluyen a través de la línea de abastecimiento hacia el cople "Y" aplicando la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{Total}} = \frac{(\text{gpm en la línea de ataque 1}) + (\text{gpm en la línea de ataque 2})}{100}$$

Paso 4. Determine la pérdida de presión por fricción en la línea de abastecimiento aplicando la ecuación A, $FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2(L)$

Paso 5. Sume la pérdida de presión por fricción de la línea de abastecimiento, una de las líneas de ataque, 10 lb/pulg² del cople "Y" (si el flujo total supera los 350 gpm) y la presión por altura (si existe) para obtener la pérdida total de presión.

Los siguientes ejemplos ilustran cómo calcular la pérdida de presión total en un ensamblaje de mangueras conectadas con cople "Y" y con la misma longitud.

Ejemplo 9

Determine la pérdida de presión por fricción en un ensamblaje de mangueras en el que dos líneas de mangueras de 1,5 pulgadas de diámetro y 100 pies de longitud cada una, con un flujo de 95 gpm están conectadas con un cople "Y" a una manguera de 2,5 pulgadas y 400 pies de longitud (véase la figura 8.17).

Manguera de 1,5 pulgadas

$$C = 24 \text{ de la tabla 8.3}$$

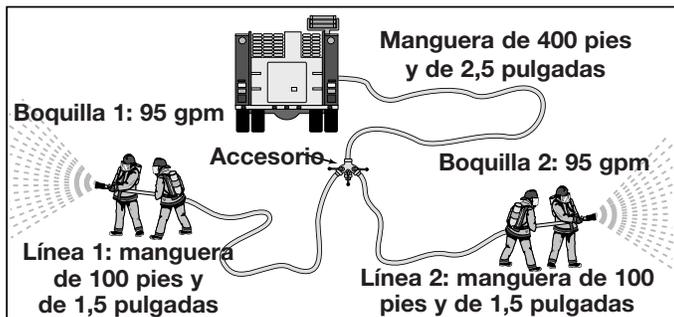


Figura 8.17 Ejemplo 9.

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{95}{100} \quad Q = 0,95$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{100}{200} \quad L = 1$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (24)(0,95)^2(1) \quad FL = (24)(0,9025)(1)$$

FL = 21,7 lb/pulg² en cada línea de mangueras de 1,5 pulgadas

Manguera de 2,5 pulgadas

C = 2 de la tabla 8.3

$$Q_{\text{Total}} = \frac{(\text{gpm en la línea de ataque 1}) + (\text{gpm en la línea de ataque 2})}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = \frac{95 + 95}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = \frac{190}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = 1,9$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{400}{100} \quad L = 4$$

$$FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2L \quad FL = (2)(1,9)^2(4) \quad FL = (2)(3,61)(4)$$

FL = 28,9 lb/pulg² en la línea de mangueras de 2,5 pulgadas

Pérdida total de presión

TPL = 21,7 + 28,9 = 50,6 lb/pulg² de pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras

NOTA: el flujo total que pasa a través de este ensamblaje de mangueras es inferior a 350 gpm, por lo que no es necesario tener en cuenta la pérdida de presión en el cople.

Ejemplo 10

Determine la pérdida de presión por fricción en un ensamblaje de mangueras en el que dos líneas de mangueras de 2,5 pulgadas de diámetro y 200 pies de longitud cada una, con un flujo de 250 gpm están conectadas con un cople "Y" a una manguera de 4 pulgadas y 500 pies de longitud.

Manguera de 2,5 pulgadas

C = 2 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{250}{100} \quad Q = 2,5$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{200}{100} \quad L = 2$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(2,5)^2(2) \quad FL = (2)(6,25)(2)$$

FL = 25 lb/pulg² en cada línea de mangueras de 2,5 pulgadas

Manguera de 4 pulgadas

C = 0,2 de la tabla 8.3

$$Q_{\text{Total}} = \frac{(\text{gpm en la línea de ataque 1}) + (\text{gpm en la línea de ataque 2})}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = \frac{250 + 250}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = \frac{500}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = 5$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{500}{100} \quad L = 5$$

$$FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2L \quad FL = (0,2)(5)^2(5) \quad FL = (0,2)(25)(5)$$

FL = 25 lb/pulg² en la línea de mangueras de 4 pulgadas

Pérdida total de presión

TPL = 25 + 25 + 10 = 60 lb/pulg² de pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras

NOTA: el flujo total que pasa a través de este ensamblaje de mangueras es superior a 350 gpm, por lo que es necesario sumar 10 lb/pulg² correspondientes a la pérdida de presión en el cople.

Líneas de mangueras con siamesas (de igual longitud)

Cuando aumenta el flujo a través de la manguera, se necesita presión adicional para superar la fricción en la misma. Asimismo, cuando se necesitan grandes volúmenes de agua, o cuando los tendidos de mangueras son largos, la pérdida de presión por fricción en la manguera también aumenta. Para mantener la pérdida de presión por fricción dentro de unos límites razonables, los bomberos pueden tender dos o más líneas de mangueras paralelas y conectarlas con una siamesa en un punto cercano al incendio. En el caso de que se conecten dos líneas de mangueras cuya longitud sea idéntica con una siamesa para abastecer a un chorro contraincendios, la pérdida de presión por fricción es aproximadamente un 25 por ciento de la de una línea de manguera única con la misma presión en la boquilla. Cuando el número de líneas de mangueras de igual longitud conectadas con una siamesa es de tres, dicha pérdida corresponde aproximadamente al 10 por ciento de la pérdida de una línea de manguera simple si se mantiene la misma presión en la boquilla.

Existen numerosos métodos para determinar la cantidad de pérdida de presión por fricción en las líneas

de mangueras conectadas con siamesas. El más sencillo consiste en aplicar la ecuación A, que se utiliza para determinar la cantidad de presión que se pierde por causa de la fricción en líneas de manguera única. No obstante, al calcular la pérdida de presión por fricción en líneas conectadas con siamesas, es preciso utilizar coeficientes diferentes (C) a los de las líneas de manguera única. Dichos coeficientes se encuentran en la tabla 8.4. A continuación se detalla el procedimiento paso a paso para determinar la pérdida de presión por fricción en las líneas conectadas con siamesas:

Paso 1. Calcule la cantidad de centenas de gpm que fluyen aplicando la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{\text{flujo en gpm}}{100}$$

Paso 2. Determine la pérdida de presión por fricción en la línea de ataque aplicando la ecuación A, ($FL = CQ^2L$). Consulte la tabla 8.3 para obtener el coeficiente para este paso.

Paso 3. Calcule la pérdida de presión por fricción en las líneas conectadas con siamesas aplicando la ecuación A ($FL=CQ^2L$). Consulte la tabla 8.4 para obtener el coeficiente para este paso.

Paso 4. Sume la pérdida de presión por fricción de las líneas conectadas con siamesas, de una línea de ataque, 10 lb/pulg² de la siamesa (si el flujo total supera los 350 gpm) y la presión por altura (si existe) para obtener la pérdida total de presión.

Ejemplo 11

Calcule la pérdida de presión por fricción en un ensamblaje de mangueras con dos mangueras de 3 pulgadas con coples de 2,5 pulgadas, ambas con una longitud de 1.000 pies, que se utilizan para abastecer a una siamesa en la que hay conectada una manguera de 300 pies de longitud y 2,5 pulgadas de diámetro (véase la figura 8.18). Las boquillas de chorro directo de la manguera de 2,5 pulgadas tienen unos extremos de 1,5 pulgadas con una presión en la boquilla de 50 lb/pulg².

$$GPM = 29,7 d^2 \sqrt{NP}$$

$$GPM = (29,7) (1,25)^2 (\sqrt{50})$$

$$GPM = 328 \text{ gpm}$$

Línea de ataque de 2,5 pulgadas

C = 2 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{328}{100} \quad Q = 3,28$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{300}{100} \quad L = 3$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(3,28)^2(3) \quad FL = (2)(10,76)(3)$$



Figura 8.18 Ejemplo 11.

FL = 65 lb/pulg² en la línea de mangueras de 2,5 pulgadas

Líneas conectadas con siamesas

C = 0,2 de la tabla 8.4

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{328}{100} \quad Q = 3,28$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{1000}{100} \quad L = 10$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,2)(3,28)^2(10) \quad FL = (0,2)(10,76)(10)$$

FL = 21,5 lb/pulg² en las líneas conectadas con siamesas

Pérdida total de presión

TPL = 65 + 21,5 = **86,5 lb/pulg² de pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras**

NOTA: el flujo total que pasa a través de este ensamblaje de mangueras es inferior a 350 gpm, por lo que no es necesario tener en cuenta la pérdida de presión en la siamesa.

Ejemplo 12

Calcule la pérdida total de presión en un ensamblaje de mangueras con dos mangueras de 2,5 pulgadas, ambas con una longitud de 750 pies, que se utilizan para abastecer a una siamesa en la que hay conectada una manguera de 200 pies de longitud y 2,5 pulgadas de diámetro. Además, el flujo que pasa por la boquilla de la línea de ataque es de 300 gpm y la boquilla está situada a 30 pies por encima de la siamesa.

Línea de ataque de 2,5 pulgadas

C = 2 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{300}{100} \quad Q = 3$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{200}{100} \quad L = 2$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(3)^2(2) \quad FL = (2)(9)(2) \quad FL = 36 \text{ lb/pulg}^2$$

$$EP = 0,5H$$



Figura 8.19a En algunas conexiones del cuerpo de bomberos se indica la presión de abastecimiento necesaria. *Gentileza del City of Phoenix Department of Development Services (Departamento de servicios de infraestructuras públicas de la ciudad de Phoenix, EE.UU.).*



Figura 8.19b En algunos casos, las instrucciones de bombeo se encuentran en una señal adyacente a la conexión del cuerpo de bomberos. *Gentileza del cuerpo de bomberos de Mount Prospect (Illinois, EE.UU.).*



Figura 8.19c En este ejemplo, cada zona del sistema tiene una presión de toma diferente.. *Gentileza de Bil Murphy.*

$$EP = (0,5)(30)$$

$$EP = 15 \text{ lb/pulg}^2$$

$$TPL_{\text{Línea de ataque}} = FL + EP \quad TPL_{\text{Línea de ataque}} = 36 + 15$$

$$TPL_{\text{Línea de ataque}} = 51 \text{ lb/pulg}^2$$

Líneas conectadas con siamesas

$$C = 0,5 \text{ de la tabla 8.4}$$

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{300}{100} \quad Q = 3$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{750}{100} \quad L = 7,5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,5)(3)^2(7,5) \quad FL = (0,5)(9)(7,5)$$

FL = 33,8 lb/pulg² en las líneas conectadas con siamesas

Pérdida total de presión

$$TPL = 51 + 33,8 = 84,8 \text{ lb/pulg}^2 \text{ de pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras}$$

Tendidos de mangueras complejos

Es posible que en las actuaciones en el lugar del incendio, los bomberos se vean obligados a utilizar tendidos de mangueras que pongan a prueba las habilidades matemáticas del conductor/operario. Dichos tendidos, entre los que se encuentran las tuberías montantes, las líneas de mangueras múltiples de diferentes longitudes y conectadas con coples "Y", las líneas de mangueras con cuadros de válvulas y los chorros maestros, obligan al conductor/operario a realizar cálculos adicionales para determinar la pérdida total de presión.

Tuberías montantes

En la mayoría de casos, los cuerpos de bomberos han prefijado las presiones que el conductor/operario deberá bombear en la conexión del cuerpo de bomberos de un sistema de tuberías montantes. Esas presiones se especifican en los PAN del cuerpo, en la planificación de prevención de incidentes de esa propiedad en concreto o en una placa situada al lado de la conexión del cuerpo de bomberos (véanse las figuras 8.19 a-c). Para poder determinar la presión necesaria para el sistema de tuberías montantes, es preciso determinar antes la pérdida total de presión. El siguiente ejemplo ilustra el método para calcularla. Ante las conexiones del cuerpo de bomberos, hay que proceder del mismo modo que con cualquier otro accesorio para mangueras. Si el flujo supera los 350 gpm, añada 10 lb/pulg² por la pérdida de presión por fricción de la conexión del cuerpo de bomberos.

Ejemplo 13

Se declara un incendio en el quinto piso de un edificio. La compañía de autobomba se dirige al cuarto piso del edificio y conecta tres mangueras de 50 pies a la manguera de 2,5 pulgadas en la salida de las tuberías montantes. La manguera está equipada con una boquilla de chorro directo cuyo extremo mide 1,5 pulgadas de diámetro. Por su parte, el diámetro de la tubería montante es de 6 pulgadas. ¿Cuál es la pérdida total de presión por fricción y la presión por altura en el sistema de tuberías montantes y en la manguera conectada?

$$GPM = 29,7 d^2 \sqrt{NP}$$

$$GPM = (29,7) (1,25)^2 (\sqrt{50})$$

$$GPM = 328 \text{ gpm}$$

Pérdida de presión por fricción en la tubería montante

Si cada piso mide 10 pies, se utilizan 30 pies de tubería montante.

C = 0,052 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{328}{100} \quad Q = 3,28$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{30}{100} \quad L = 0,3$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,052)(3,28)^2(0,3)$$

$$FL = (0,052)(10,76)(0,3)$$

$$FL = 0,17 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en la tubería montante}$$

Línea de ataque de 2,5 pulgadas

C = 2 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{328}{100} \quad Q = 3,28$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{150}{100} \quad L = 1,5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(3,28)^2(1,5) \quad FL = (2)(10,76)(1,5)$$

$$FL = 32,3 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en la línea de mangueras de 2,5 pulgadas}$$

Pérdida de presión por altura

$$EP = (5)(n^{\circ} \text{ de plantas} - 1)$$

$$EP = (5)(5 - 1)$$

$$EP = (5)(4)$$

$$EP = 20 \text{ lb/pulg}^2$$

Pérdida total de presión

$$TPL = 0,17 + 37,5 + 20 = 52,47 \text{ lb/pulg}^2 \text{ de pérdida total de presión en la tubería montante y en el ensamblaje de mangueras}$$



Figura 8.20 Ejemplo 14.

Uno de los objetivos del ejemplo anterior era demostrar que la pérdida de presión por fricción en las tuberías rígidas es mínima. En el ejemplo, la pérdida de presión por fricción en la tubería montante era inferior a una quinta parte de una lb/pulg². Por tanto, no suele ser necesario calcular esta pérdida de presión por fricción porque su efecto sobre el problema al que se enfrenta el conductor/operario es mínimo. El hecho de que las tuberías rígidas, o las conexiones, presentan una pérdida de presión por fricción mínima es un punto fundamental que debe recordarse en el resto de este manual. Gracias a este principio, pueden utilizarse coples de 2,5 pulgadas en las mangueras de 3 pulgadas con unas restricciones de flujo mínimas comparadas con las de las mangueras de 3 pulgadas con coples de 3 pulgadas.

Líneas de mangueras múltiples (de diferente longitud)

En algunas ocasiones, se puede producir una situación en la que las líneas de mangueras múltiples de igual o diferente diámetro no tengan la misma longitud. Esa situación puede ser consecuencia de añadir una nueva línea de mangueras al autobomba o de aumentar el tamaño de una línea existente. Cuando se utilizan líneas de diferentes tamaños, la cantidad de pérdida de presión por fricción varía en cada línea. Por ello, es necesario calcularla para cada línea de mangueras.

Ejemplo 14

Dos líneas de mangueras de 2,5 pulgadas, una de 500 pies de longitud y otra de 300, están equipadas con boquillas nebulizadoras de 250 gpm (véase la figura 8.20). ¿Cuál es la pérdida total de presión por fricción en cada línea de mangueras?

Línea 1

C = 2 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{250}{100} \quad Q = 2,5$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{500}{100} \quad L = 5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(2,5)^2(5) \quad FL = (2)(6,25)(5)$$

$$FL = 62,5 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en la línea 1}$$

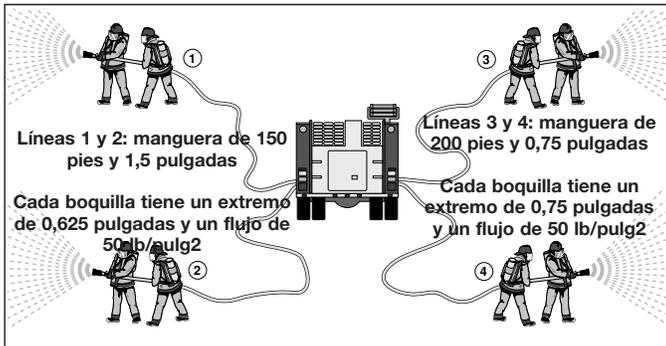


Figura 8.21 Ejemplo 15.

Línea 2

C = 2 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{250}{100} \quad Q = 2,5$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{300}{100} \quad L = 3$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(2,5)^2(3) \quad FL = (2)(6,25)(3)$$

FL = 37,5 lb/pulg² en la línea 2

Pérdida total de presión

La pérdida total de presión en el sistema se calcula a partir del valor más alto de la pérdida de las dos líneas, que, en este caso, correspondería a las **62,5 lb/pulg²** de la línea 1.

Ejemplo 15

Un autobomba abastece a cuatro líneas. Dos de ellas tienen una longitud de 200 pies y una manguera de 1,75 pulgadas de diámetro equipada con un extremo de 0,75 pulgadas por el que pasa un flujo de 50 lb/pulg²; las otras dos tienen una longitud de 150 pies y una manguera de 1,5 pulgadas de diámetro equipada con un extremo de 0,625 pulgadas por el que pasa un flujo de 50 lb/pulg². Calcule la pérdida total de presión por fricción en cada línea de mangueras (véase la figura 8.21).

Líneas 1 y 2

$$GPM = 29,7 d^2 \sqrt{NP}$$

$$GPM = (29,7) (0,625)^2 (\sqrt{50})$$

$$GPM = 82 \text{ gpm}$$

C = 24 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{82}{100} \quad Q = 0,82$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{150}{100} \quad L = 1,5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (24)(0,82)^2(1,5)$$

$$FL = (24)(0,6724)(1,5)$$

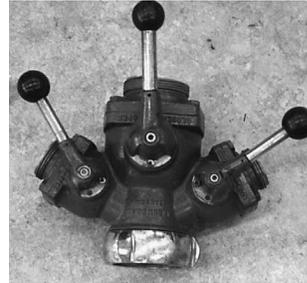


Figura 8.22a Ladrón de agua.

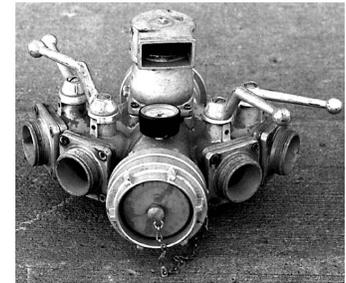


Figura 8.22b Cuadro de válvulas para mangueras de diámetro grande.

FL = 24 lb/pulg² en cada línea de mangueras de 1,5 pulgadas

Líneas 3 y 4

$$GPM = 29,7 d^2 \sqrt{NP}$$

$$GPM = (29,7) (0,75)^2 (\sqrt{50})$$

$$GPM = 118 \text{ gpm}$$

C = 15,5 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{118}{100} \quad Q = 1,18$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{200}{100} \quad L = 2$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (15,5)(1,18)^2(2)$$

$$FL = (15,5)(1,3924)(2)$$

FL = 43 lb/pulg² en cada línea de mangueras de 1,5 pulgadas

Pérdida total de presión

La pérdida total de presión en el sistema se calcula a partir del valor más alto de la pérdida de las dos líneas, que, en este caso, correspondería a las **43 lb/pulg²** de las líneas 3 y 4.

Líneas de mangueras con coples "Y" (de diferente longitud) y líneas de mangueras con cuadros de válvulas

La suma de las longitudes de las mangueras de una línea de mangueras conectadas con un cople "Y" puede dar como resultado líneas de ataque de diferente longitud. Por regla general, los principios utilizados para determinar la pérdida de presión por fricción en las líneas de mangueras conectadas con coples "Y" y con la misma longitud también se pueden aplicar a las líneas de mangueras conectadas con coples "Y" de diferente longitud. Como la longitud de las líneas de ataque es diferente, la división del flujo total de agua no es igual en el cople. Por ello, es preciso determinar la fricción para cada una de las líneas de diferente longitud conectadas con coples "Y".

Para algunas actuaciones en el lugar del incendio, hay que utilizar accesorios como un ladrón de agua o cuadros de válvulas (véanse las figuras 8.22 a-b). Un ensamblaje de mangueras que disponga de un cuadro de mangueras suele consistir una línea de mangueras de gran diámetro que abastece a varias líneas de ataque más pequeñas. La longitud y el diámetro de dichas líneas de ataque, como cualquier otro ensamblaje de mangueras, pueden ser iguales o diferentes. Recuerde que cuando la longitud y el diámetro de las líneas de mangueras no son iguales, la pérdida total de presión en el sistema corresponde al valor más alto de cualquiera de las líneas. En las situaciones reales, las líneas de mangueras que necesiten una presión inferior a la presión máxima se conmutan en el cuadro de válvulas. La conmutación de las líneas del cuadro de válvulas de modo que se consiga la presión adecuada en cada línea, es, en el mejor de los casos, una cuestión de azar, a menos que el cuadro de válvulas esté equipado con un manómetro de presión en cada punto de descarga.

Como en el caso de las líneas de mangueras con cople "Y", la pérdida de presión por fricción en un ensamblaje del cuadro de válvulas no es demasiado difícil de calcular. Para calcular la pérdida de presión por fricción en las líneas de mangueras de diferente longitud conectadas con coples "Y" o en las líneas de mangueras con cuadros de válvulas, pueden seguirse los siguientes pasos.

Paso 1. Calcule la cantidad de centenares de gpm que fluyen en cada una de las líneas de mangueras conectadas con un cople "Y" aplicando la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{\text{descarga gpm}}{100}$$

Paso 2. Determine la pérdida de presión por fricción en cada una de las líneas conectadas con cople "Y" aplicando la ecuación A:

$$FL = CQ^2L$$

Paso 3. Calcule la cantidad total de centenares de gpm que fluyen en la línea de abastecimiento hacia el cople "Y" o hacia el cuadro de válvulas sumando los flujos de las líneas de ataque y dividiéndolos por 100.

Paso 4. Determine la pérdida de presión por fricción en la línea de abastecimiento aplicando la siguiente ecuación:

$$FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2(L)$$

Paso 5. Sume la pérdida de presión por fricción de la línea de abastecimiento, del cople o cuadro de

válvulas (si el flujo total supera los 350 gpm), de la presión por altura, y de la línea conectada con un cople "Y" con la mayor cantidad de pérdida de presión por fricción para determinar la pérdida total de presión.

Los siguientes ejemplos ilustran cómo calcular la pérdida de presión total en un ensamblaje de mangueras conectadas con cople "Y" de diferente longitud y en un ensamblaje de mangueras con cuadro de válvulas.

Ejemplo 16

Calcule la pérdida total de presión debida a la fricción y la presión por altura en un ensamblaje de mangueras en el que una manguera de 400 pies y 3 pulgadas de diámetro con coples de 2,5 pulgadas abastece a dos líneas de ataque (véase la figura 8.23). La primera línea de ataque consiste en una manguera de 200 pies y de 0,75 pulgadas con un flujo de 150 gpm que se introduce en el edificio por la puerta principal. La segunda línea de ataque es una manguera de 150 pies y de 1,5 pulgadas de diámetro con un flujo de 95 gpm que se coloca encima de una escala para introducirla por una ventana del segundo piso.

Línea de ataque 1 (1,75 pulgadas)

$$C = 15,5 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{150}{100} \quad Q = 1,5$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{200}{100} \quad L = 2$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (15,5)(1,5)^2(2) \quad FL = (15,5)(2,25)(2)$$

$$FL = 69,8 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en la línea de ataque 1}$$

Línea de ataque 2 (1,5 pulgadas)

$$C = 24 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{95}{100} \quad Q = 0,95$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{150}{100} \quad L = 1,5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (24)(0,95)^2(1,5) \quad FL = (24)(0,9025)(1,5)$$

$$FL = 32,5 \text{ lb/pulg}^2$$

$$EP = (5)(n^{\circ} \text{ de plantas} - 1)$$

$$EP = (5)(2 - 1)$$

$$EP = (5)(1)$$

$$EP = 5 \text{ lb/pulg}^2$$

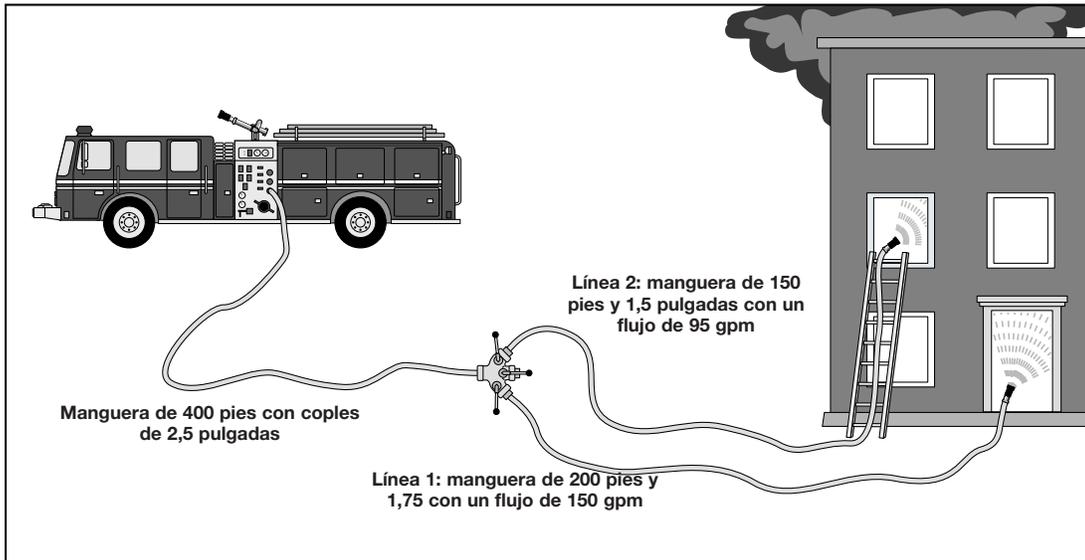


Figura 8.23 Ejemplo 16.

$$TPL = 32,5 + 5 = \mathbf{37,5 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en la línea de ataque 2}}$$

Línea de abastecimiento (3 pulgadas con coples de 2,5 pulgadas)

$$C = 0,8 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q_{\text{Total}} = \frac{(\text{gpm en la línea de ataque 1}) + (\text{gpm en la línea de ataque 2})}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = \frac{150 + 95}{100} \quad Q_{\text{Total}} = \frac{245}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = 2,45$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{400}{100} \quad L = 4$$

$$FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2(L) \quad FL = (0,8)(2,45)^2(4)$$

$$FL = (0,8)(6,0025)(4)$$

$$\mathbf{FL = 19,2 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en las líneas de abastecimiento}}$$

Pérdida total de presión

La pérdida total de presión en el sistema se calcula a partir del valor más alto de pérdida en ambas líneas de ataque, en este caso la línea 1, y a partir de la pérdida de presión por fricción de la línea de abastecimiento. Como el flujo es inferior a 350 gpm, no hay que tener en cuenta la pérdida de presión provocada por los accesorios.

$$TPL = 69,8 + 19,2 = \mathbf{89 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en el ensamblaje de mangueras}}$$

Ejemplo 17

Calcule la pérdida total de presión debida a la fricción en un ensamblaje de una línea de mangueras en el que una manguera de 500 pies y 3 pulgadas con coples de 3 pulgadas abastece a tres líneas de ataque que están conectadas a un ladrón de agua. La primera línea de

ataque es una manguera de 150 pies y 1,5 pulgadas con un flujo de 125 gpm, la segunda es una manguera de 100 pies y 1,5 pulgadas con un flujo de 95 gpm y la tercera es una manguera de 150 pies y 2,5 pulgadas con un flujo de 225 gpm.

Línea de ataque 1 (1,5 pulgadas)

$$C = 24 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{125}{100} \quad Q = 1,25$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{150}{100} \quad L = 1,5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (24)(1,25)^2(1,5)$$

$$FL = (24)(1,5625)(1,5)$$

$$\mathbf{FL = 56,3 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en la línea de ataque 1}}$$

Línea de ataque 2 (1,5 pulgadas)

$$C = 24 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{95}{100} \quad Q = 0,95$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{100}{100} \quad L = 1$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (24)(0,95)^2(1) \quad FL = (24)(0,9025)(1)$$

$$\mathbf{FL = 21,7 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en la línea de ataque 2}}$$

Línea de ataque 3 (2,5 pulgadas)

$$C = 2 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{225}{100} \quad Q = 2,25$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{150}{100} \quad L = 1,5$$

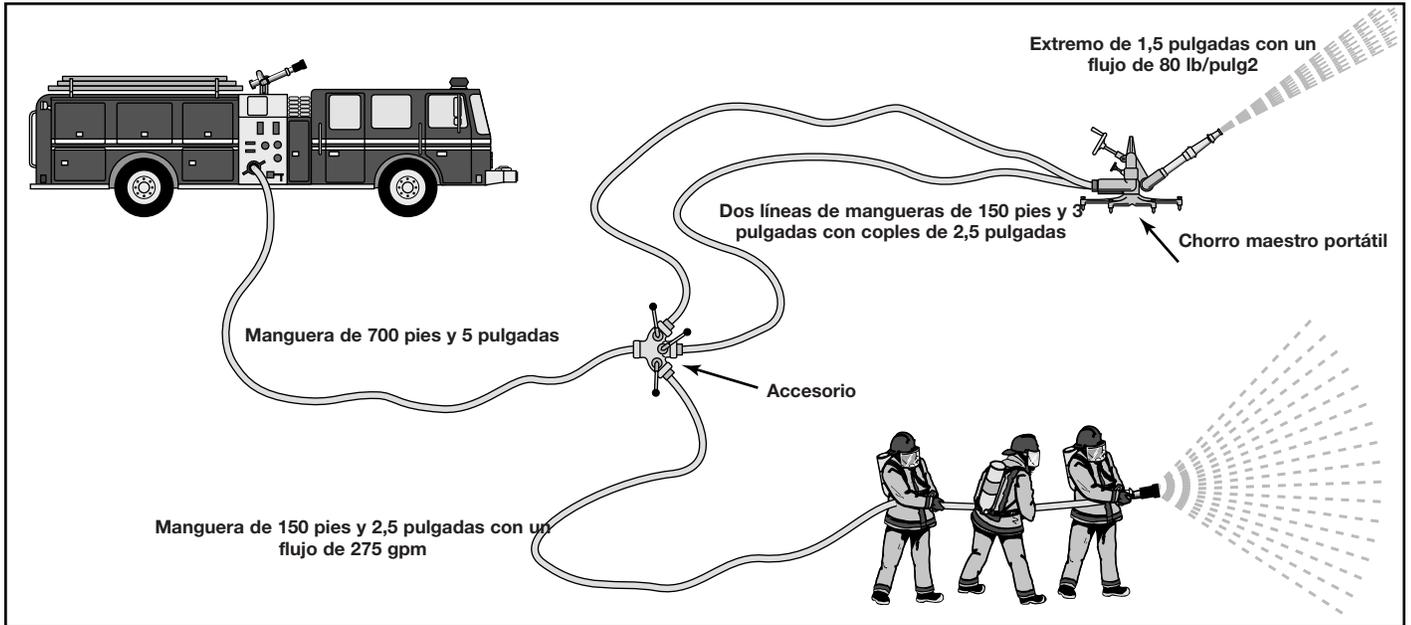


Figura 8.24 Ejemplo 18.

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(2,25)^2(1,5) \quad FL = (2)(5,0625)(1,5)$$

FL = 15,2 lb/pulg² en la línea de ataque 3

Línea de abastecimiento (3 pulgadas con coples de 3 pulgadas)

C = 0,677 de la tabla 8.3

$$Q_{\text{Total}} = \frac{\text{Suma de los gpm de las líneas de ataque 1, 2, y 3}}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = \frac{125 + 95 + 225}{100} \quad Q_{\text{Total}} = \frac{445}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = 4,45$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{500}{100} \quad L = 5$$

$$FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2(L) \quad FL = (0,677)(4,45)^2(5)$$

$$FL = (0,677)(19,8025)(5)$$

FL = 67 lb/pulg² en la línea de abastecimiento

Pérdida total de presión

La pérdida total de presión en el sistema se calcula a partir del valor más alto de la pérdida de presión de las tres líneas de ataque, en este caso la línea 1, y a partir de la pérdida de presión por fricción de la línea de abastecimiento. Como el flujo total supera los 350 gpm, es necesario sumar la pérdida de 10 lb/pulg² provocada por los accesorios.

$$TPL = 56,3 + 67 + 10 = 133,3 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en el ensamblaje de mangueras}$$

Ejemplo 18

Calcule la pérdida total de presión por fricción en un

ensamblaje de mangueras en el que una manguera de 700 pies y 5 pulgadas abastece a tres líneas de mangueras que están conectadas a una cuadro de válvulas de gran diámetro (véase la figura 8.24). Dos líneas de mangueras tienen 150 pies de longitud, 3 pulgadas de diámetro y coples de 2,5 pulgadas que abastecen a un dispositivo de chorro maestro portátil, que descarga 80 lb/pulg² a través de un extremo de 1,5 pulgadas. Añada 25 lb/pulg² correspondientes a la pérdida de presión provocada por los accesorios en el dispositivo de chorro maestro. La tercera línea de mangueras tiene 150 pies de longitud, 2,5 pulgadas de diámetro con un flujo de 275 gpm.

Chorro maestro

$$GPM = 29,7 d^2 \sqrt{NP}$$

$$GPM = (29,7) (1,5)^2 (\sqrt{80})$$

$$GPM = 598 \text{ gpm}$$

C = 0,2 de la tabla 8.4

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{598}{100} \quad Q = 5,98$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{150}{100} \quad L = 1,5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,2)(5,98)^2(1,5)$$

$$FL = (0,2)(35,7604)(1,5)$$

FL = 10,7 lb/pulg²

TPL = 10,7 + 25 = **35,7 lb/pulg² en las líneas que abastecen al chorro maestro**

Manguera de 2,5 pulgadas

C = 2 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{275}{100} \quad Q = 2,75$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{150}{100} \quad L = 1,5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(2,75)^2(1,5) \quad FL = (2)(7,5625)(1,5)$$

FL = 22,7 lb/pulg² en la línea de mano de 2,5 pulgadas

Línea de abastecimiento (5 pulgadas)

C = 0,08 de la tabla 8.3

$$Q_{\text{Total}} = \frac{(\text{gpm del chorro maestro}) + (\text{gpm de la línea de mano})}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = \frac{598 + 275}{100} \quad Q_{\text{Total}} = \frac{873}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = 8,73$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{700}{100} \quad L = 7$$

$$FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2(L) \quad FL = (0,08)(8,73)^2(7)$$

$$FL = (0,08)(76,2129)(7)$$

FL = 42,7 lb/pulg² en la línea de abastecimiento

Pérdida total de presión

La pérdida total de presión en el sistema se calcula a partir del valor más alto de la pérdida de presión de las tres líneas de ataque, en este caso las líneas que abastecen al chorro maestro, y a partir de la pérdida de presión por fricción de la línea de abastecimiento. Como el flujo total supera los 350 gpm, es necesario sumar la pérdida de 10 lb/pulg² provocada por los accesorios.

$$TPL = 35,7 + 42,7 + 10 = \mathbf{88,4 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en el ensamblaje de mangueras}}$$

Chorros maestros

Los principios en los que se basan los chorros maestros son esencialmente los mismos que los de otros chorros contraincendios. No obstante, los chorros maestros necesitan un volumen de agua mayor que las líneas de mano. Las líneas de mangueras múltiples, las líneas de mangueras conectadas con siamesas y las líneas de manguera única de gran diámetro suelen utilizarse como líneas de abastecimiento para grandes volúmenes de agua. Si un chorro maestro necesita un flujo de agua superior a la capacidad de un solo autobomba, pueden utilizarse varios autobombas para abastecer al accesorio de chorro maestro. Como ya se ha especificado anteriormente en este manual, sume una



Figura 8.25a Puede que sea necesario abastecer a algunos dispositivos de chorro maestro con grandes cantidades de flujo con líneas de mangueras múltiples de gran diámetro.

pérdida de presión de 25 lb/pulg² a todos los cálculos en los que intervengan accesorios para chorro maestro.

Los tendidos de mangueras utilizados para abastecer a los chorros maestros son básicamente los mismos que los de otros chorros contraincendios. Por ello, los conceptos utilizados para determinar la pérdida de presión por fricción también son los mismos, excepto cuando se estén utilizando líneas de mangueras de diferente longitud o diámetro para abastecer al accesorio de chorro maestro. Si se da este caso, recurra a la media de la longitud de las mangueras para facilitar los cálculos. Para obtener la media, sume la longitud de todas las mangueras y divídala por la cantidad de mangueras que forman la línea. Aplique los coeficientes para las líneas de mangueras conectadas con coples "Y" especificados en la tabla 8.4 y el flujo total que pasa a través de la boquilla para completar los cálculos de pérdida de presión por fricción. En algunos casos, se utilizan líneas múltiples de igual diámetro pero con longitudes diferentes para las que no hay ninguna combinación de coeficientes en la tabla 8.4. En ese caso, calcule la longitud media de las líneas y presuponga que el volumen de agua que pasa a través de cada manguera es el mismo.

En este manual, los dispositivos elevadizos con tuberías para el agua reciben el mismo tratamiento que los accesorios de chorro maestro: se aplica una pérdida de presión por fricción de 25 lb/pulg² para incluir la toma, las tuberías internas y la boquilla. La pérdida de presión por altura se calcula aparte. Si desea resultados exactos, consulte al fabricante del dispositivo elevadizo para que le proporcione datos específicos relativos a la pérdida de presión por fricción o efectúe pruebas *in situ* para obtener los datos necesarios. Si utiliza una tubería desmontable para escala y un ensamblaje de mangueras, la pérdida de presión por fricción en la

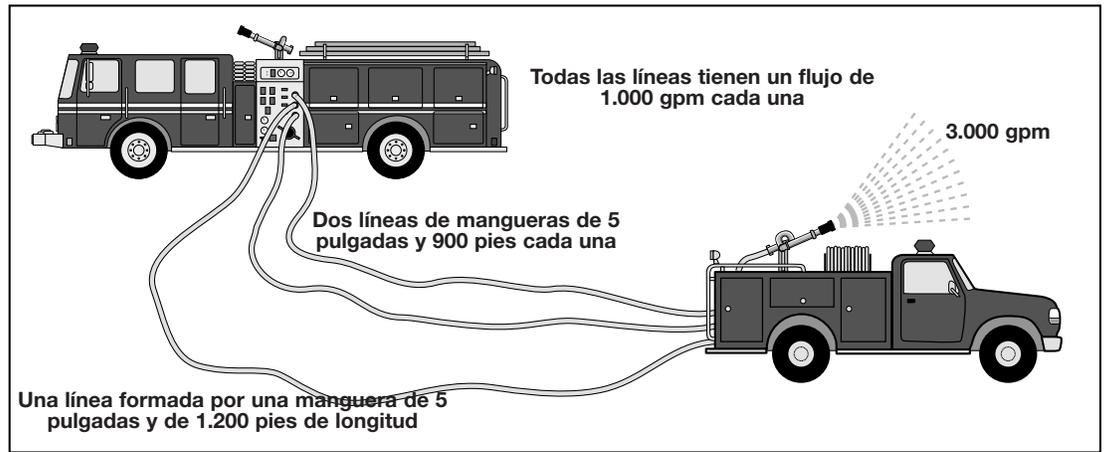


Figura 8.25b Ejemplo 19.

siamesa (en caso de disponer de ésta), de la manguera y de la tubería para escala también se tendrá que calcular. Los siguientes ejemplos muestran cómo calcular la pérdida total de presión en un tendido de mangueras de chorro maestro.

Ejemplo 19

Determine la pérdida total de presión en un ensamblaje de mangueras cuando se abastece un accesorio de chorro maestro de 3.000 lb/pulg² con tres líneas de mangueras de 5 pulgadas (véanse las figuras 8.25 a-b). Dos de las líneas de mangueras tienen una longitud de 900 pies y una de ellas, de 1.200 pies. El flujo que pasa a través de cada línea de mangueras es de 1.000 lb/pulg².

Pérdida de presión por fricción en las líneas de mangueras de 5 pulgadas

C = 0,08 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{1.000}{100} \quad Q = 10$$

$$\text{Longitud media } (L_{\text{Med}}) = \frac{(\text{Suma de las longitudes de la manguera})}{3}$$

$$L_{\text{Med}} = \frac{(900 + 900 + 1.200)}{3} \quad L_{\text{Med}} = 1.000$$

$$L = \frac{L_{\text{Med}}}{100} \quad L = \frac{1.000}{100} \quad L = 10$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,08)(10)^2(10) \quad FL = (0,08)(100)(10)$$

FL = 80 lb/pulg² en cada línea de mangueras de 5 pulgadas

Pérdida total de presión

$$TPL = 80 + 25 = \mathbf{105 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en el ensamblaje de mangueras}}$$

Ejemplo 20

Un autobomba abastece a una manguera de 450 pies y 4,5 pulgadas que a su vez abastece a un dispositivo

elevadizo con una tubería para el agua. El dispositivo elevadizo está a 65 pies de altura y descarga 900 lb/pulg² (véase la figura 8.26). Calcule la pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras.

Manguera de 4,5 pulgadas

C = 0,1 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{900}{100} \quad Q = 9$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{450}{100} \quad L = 4,5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,1)(9)^2(4,5) \quad FL = (0,1)(81)(4,5)$$

FL = 36,5 lb/pulg²

Presión por altura

$$EP = (0,5)(H)$$

$$EP = (0,5)(65)$$

EP = 32,5 lb/pulg²

Pérdida total de presión

$$TPL = 36,5 + 32,5 + 25 = \mathbf{94 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en el ensamblaje de mangueras}}$$

Ejemplo 21

Calcule la pérdida total de presión en un ensamblaje de mangueras en el que un autobomba abastece a dos líneas de mangueras de 3 pulgadas con coples de 2,5 pulgadas, cada uno de ellos con una longitud de 300 pies. Las líneas de mangueras están conectadas a una siamesa que, a su vez, abastece a una manguera de 100 pies y 3,5 pulgadas conectada a una tubería desmontable para escala situada a 70 pies de altura y que descarga 80 lb/pulg² a través de una boquilla de chorro directo de 1,625 pulgadas de diámetro.

Chorro maestro

$$GPM = 29,7 \text{ d}^2 \sqrt{NP}$$

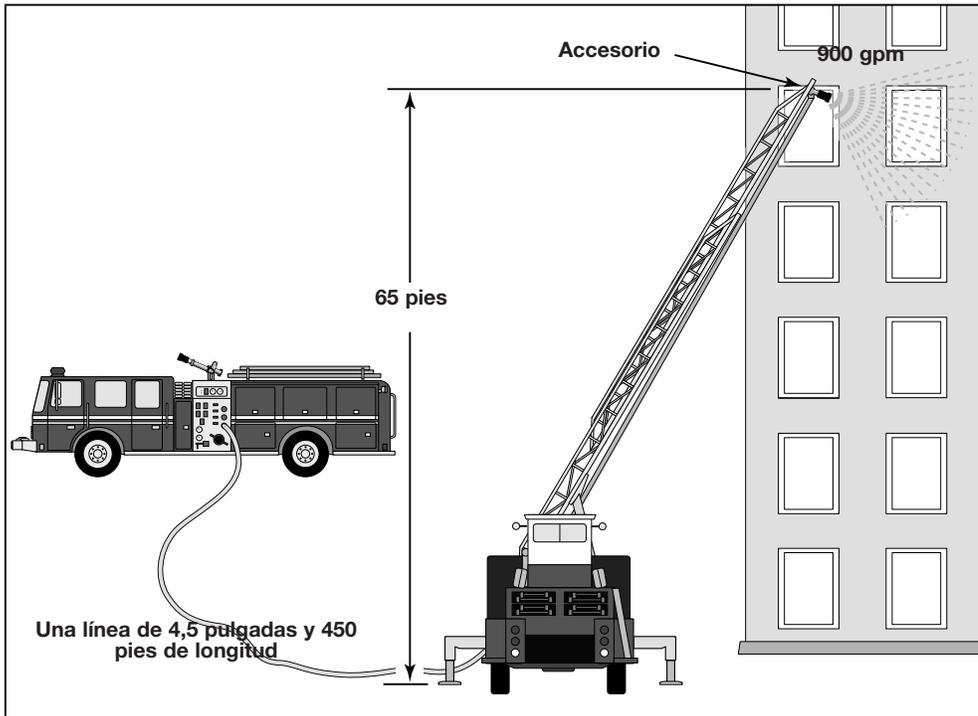


Figura 8.26 Ejemplo 20.

$$GPM = (29,7) (1,625)^2 (\sqrt{80})$$

$$GPM = 701 \text{ gpm}$$

Manguera de 3,5 pulgadas y chorro maestro

$$C = 0,34 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{701}{100} \quad Q = 7,01$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{100}{100} \quad L = 1$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,34)(7,01)^2(1)$$

$$FL = (0,34)(49,1401)(1)$$

$$FL = 16,7 \text{ lb/pulg}^2$$

$$EP = (0,5)(H)$$

$$EP = (0,5)(70)$$

$$EP = 35 \text{ lb/pulg}^2$$

$TPL_{3,5} = FL + EP +$ Pérdida de presión provocada por los accesorios

$$TPL_{3,5} = 16,7 + 35 + 25 = 76,7 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en la manguera de 3,5 pulgadas y el chorro maestro}$$

Líneas de mangueras de 3 pulgadas y siamesa

$$C = 0,2 \text{ de la tabla 8.4}$$

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{701}{100} \quad Q = 7,01$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{300}{100} \quad L = 3$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,2)(7,01)^2(3) \quad FL = (0,2)(49,1401)(3)$$

$$FL = 29,5 \text{ lb/pulg}^2$$

$TPL_3 = FL +$ Pérdida de presión provocada por los accesorios

$$TPL_3 = 29,5 + 10 = 39,5 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en las dos líneas de 3 pulgadas y en la siamesa}$$

Pérdida total de presión

$$TPL = TPL_{3,5} + TPL_3$$

$$TPL = 76,7 + 39,5 = 116,2 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en el ensamblaje de mangueras}$$

Cómo calcular la presión de descarga de la bomba

Durante la aplicación de chorros contraincendios, se ponen a prueba un gran número de las habilidades del conductor/operario. Dichas habilidades permiten que proporcione a los equipos de extinción un chorro contraincendios a la presión adecuada. Con el fin de aprovechar al máximo sus habilidades, el conductor/operario debe saber cuál es la presión de descarga de la bomba y su relación con la presión de la boquilla.

Para hacer llegar el volumen de agua necesario al lugar del incendio, la presión de descarga de la bomba del vehículo tiene que ser suficiente para no verse afectada por la suma de todas las pérdidas de presión.

Estas pérdidas, junto con la presión de la boquilla, se utilizan precisamente para calcular la presión de descarga de la bomba. Esta presión (cuyo símbolo es PDP) puede obtenerse aplicando la siguiente ecuación:

ECUACIÓN D

$$PDP = NP + TPL$$

Donde:

PDP = presión de descarga de la bomba expresada en lb/pulg²

NP = presión de la boquilla expresada en lb/pulg²

TPL = pérdida total de presión expresada en lb/pulg² (pérdida provocada por los accesorios, la fricción y la altura)

Es posible que los vehículos contraincendios que abastecen a líneas de mangueras múltiples, a líneas de mangueras conectadas con coples “Y” o a líneas de mangueras con cuadros de válvulas tengan que proporcionar presiones de descarga de la bomba diferentes para cada línea de ataque. Como esto no es posible, es necesario recurrir a otro método para compensar los requisitos de presión individuales. Establezca la presión de descarga de la bomba para la línea de mangueras que necesite una mayor presión. En el caso de líneas de mangueras múltiples, cierre las otras líneas de mangueras en las salidas de descarga. En el caso de líneas de mangueras conectadas con coples “Y” o con cuadros de válvulas, cierre las líneas de mangueras en el accesorio. Cierre las líneas de mangueras hasta que se obtenga la presión deseada en cada línea. Como ya se ha comentado anteriormente en este capítulo, utilice las siguientes presiones de la boquilla para garantizar la seguridad y la eficacia:

- Boquilla de chorro directo (línea de mano): 50 lb/pulg²
- Boquilla de chorro directo (chorro maestro): 80 lb/pulg²
- Boquilla nebulizadora (todos los tipos): 100 lb/pulg²

Las pérdidas de presión en los chorros maestros elevados y en las tuberías de torre varían en función del fabricante. Como ya se ha comentado anteriormente en este capítulo, para efectuar los cálculos presuponemos que cada uno de estos elementos posee una pérdida de presión de 25 lb/pulg².

Más adelante en este manual, aprenderá que casi todas las bombas contraincendios que se utilizan en la actualidad son bombas centrífugas. Ese tipo de bombas es capaz de aprovechar la presión del agua que entra en la bomba. Por tanto, si un autobomba tiene que

descargar 150 lb/pulg² y la presión de entrada en la bomba es de 50 lb/pulg², la bomba sólo necesita “crear” 100 lb/pulg² adicionales para cubrir la demanda. Este concepto se denomina *presión neta de descarga de la bomba* (NPDP, en sus siglas inglesas).

En los siguientes ejemplos se muestra cómo calcular la presión de descarga de la bomba utilizando la ecuación D.

Ejemplo 22

Un autobomba abastece a una manguera de 500 pies y de 2,5 pulgadas por la que pasa un flujo de 300 lb/pulg² a través de una boquilla de chorro nebulizador. Calcule la presión de descarga de la bomba necesaria para abastecer a la línea de mangueras.

C = 2 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{300}{100} \quad Q = 3$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{500}{100} \quad L = 5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(3)^2(5) \quad FL = (2)(9)(5)$$

$$FL = 90 \text{ lb/pulg}^2$$

Presión de descarga de la bomba

$$PDP = NP + TPL \quad PDP = 100 + 90 \quad PDP = 190 \text{ lb/pulg}^2$$

Este resultado significa que el autobomba tendrá que descargar 190 lb/pulg² para que la boquilla reciba la cantidad adecuada de presión. Si el autobomba tuviera una presión entrante de 50 lb/pulg², la bomba sólo tendría que generar 140 lb/pulg² para compensar la diferencia.

Ejemplo 23

Dos líneas de mangueras de 2,5 pulgadas, una de 300 pies de longitud y otra de 500, están equipadas con boquillas nebulizadoras de 250 gpm. Calcule la presión de descarga de la bomba necesaria para abastecer a las líneas de mangueras (véase la figura 8.27).

Línea de mangueras 1

C = 2 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{250}{100} \quad Q = 2,5$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{300}{100} \quad L = 3$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(2,5)^2(3) \quad FL = (2)(6,25)(3)$$

$$FL = 37,5 \text{ lb/pulg}^2$$

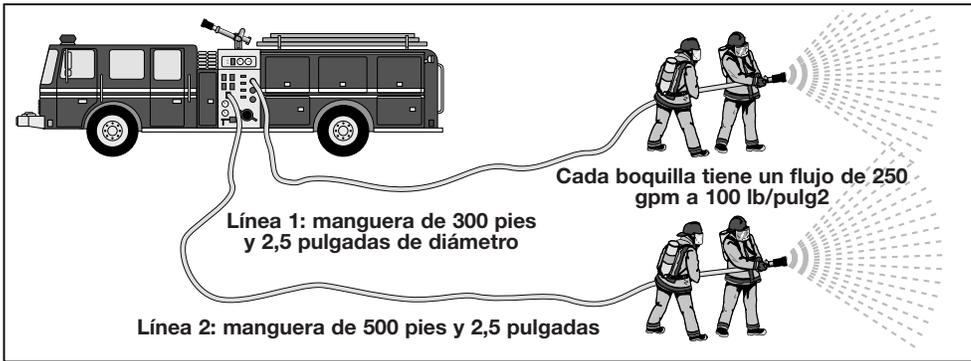


Figura 8.27 Ejemplo 23.

Línea de mangueras 2

C = 2 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{250}{100} \quad Q = 2,5$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{500}{100} \quad L = 5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(2,5)^2(5) \quad FL = (2)(6,25)(5)$$

FL = 62,5 lb/pulg²

Presión de descarga de la bomba

Utilice la manguera con la mayor pérdida de presión para determinar la PDP:

$$PDP = NP + TPL \quad PDP = 100 + 62,5 \quad \mathbf{PDP = 162,5 \text{ lb/pulg}^2}$$

Establezca la presión de descarga de la bomba para la línea de mangueras que necesite una mayor presión (162,5 lb/pulg²). Cierre la salida de descarga de la otra línea de mangueras hasta que se obtenga la presión deseada en la línea. (**NOTA:** cuando se utilicen caudalímetros, cierre hasta que consiga el flujo adecuado.)

Ejemplo 24

Determine la presión de descarga de la bomba de un autobomba del cuerpo de bomberos que utiliza dos líneas de mangueras de 3 pulgadas con coples de 2,5 pulgadas para abastecer a un dispositivo de chorro maestro con tuberías fijas a 200 pies de distancia. El chorro maestro elevado descarga 1.000 gpm a través de una boquilla nebulizadora que se encuentra a 600 pies de altura.

C = 0,2 de la tabla 8.4

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{1.000}{100} \quad Q = 10$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{200}{100} \quad L = 2$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,2)(10)^2(2) \quad FL = (0,2)(100)(2)$$

FL = 40 lb/pulg²

$$EP = (0,5)(H)$$

$$EP = (0,5)(60)$$

$$EP = 30 \text{ lb/pulg}^2$$

TPL = FL + EP + Pérdida de presión provocada por los accesorios

$$TPL = 40 + 30 + 25 = \mathbf{95 \text{ lb/pulg}^2 \text{ en el ensamblaje de mangueras.}}$$

Presión de descarga de la bomba

$$PDP = NP + TPL \quad PDP = 100 + 95 \quad \mathbf{PDP = 195 \text{ lb/pulg}^2}$$

Ejemplo 25

Calcule la presión de descarga de la bomba en un ensamblaje de una línea de mangueras en el que una manguera de 300 pies y 3 pulgadas con coples de 3 pulgadas abastece a tres líneas de ataque que están conectadas a un ladrón de agua. La primera línea de ataque es una manguera de 100 pies y 1,5 pulgadas con un flujo de 125 gpm, la segunda es una manguera de 200 pies y 1,5 pulgadas con un flujo de 95 gpm y la tercera es una manguera de 150 pies y 2,5 pulgadas con un flujo de 250 gpm. Todas las boquillas producen chorros nebulizadores.

Línea de ataque 1 (1,5 pulgadas)

C = 24 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{125}{100} \quad Q = 1,25$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{100}{100} \quad L = 1$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (24)(1,25)^2(1) \quad FL = (24)(1,5625)(1)$$

FL = 37,5 lb/pulg² en la línea de ataque 1

Línea de ataque 2 (1,5 pulgadas)

C = 24 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{95}{100} \quad Q = 0,95$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{200}{100} \quad L = 2$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (24)(0,95)^2(2) \quad FL = (24)(0,9025)(2)$$

FL = 43,4 lb/pulg² en la línea de ataque 2

Línea de ataque 3 (2,5 pulgadas)

C = 2 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{250}{100} \quad Q = 2,5$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{150}{100} \quad L = 1,5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (2)(2,5)^2(1,5) \quad FL = (2)(6,25)(1,5)$$

FL = 18,8 lb/pulg² en la línea de ataque 3

Línea de abastecimiento (3 pulgadas con coples de 3 pulgadas)

C = 0,677 de la tabla 8.3

$$Q_{\text{Total}} = \frac{(\text{Suma de los gpm de las líneas de ataque 1, 2 y 3})}{100}$$

$$Q = \frac{125 + 95 + 250}{100} \quad Q_{\text{Total}} = \frac{470}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = 4,7$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{300}{100} \quad L = 3$$

$$FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2(L) \quad FL = (0,677)(4,7)^2(3)$$

$$FL = (0,677)(22,09)(3)$$

FL = 44,9 lb/pulg² en la línea de abastecimiento

La pérdida total de presión en el sistema se calcula a partir del valor más alto de la pérdida de presión de las tres líneas de ataque, en este caso la línea 2, y a partir de la pérdida de presión por fricción de la línea de abastecimiento. Como el flujo total supera los 350 gpm, es necesario sumar la pérdida de 10 lb/pulg² provocada por los accesorios.

TPL = FL_{Ataque} + FL_{Abastecimiento} + Pérdida de presión provocada por los accesorios

TPL = 43,4 + 43,9 + 10 = **97,3 lb/pulg² en el ensamblaje de mangueras**

Presión de descarga de la bomba

PDP = NP + TPL PDP = 100 + 97,3 **PDP = 197,3 lb/pulg²**

Establezca la presión de descarga de la bomba para la línea de mangueras que necesite una mayor presión (197,3 lb/pulg²). Cierre la salida de descarga del ladrón de agua que abastece a la otra línea de mangueras hasta que se obtengan las presiones necesarias.

Ejemplo 26

Calcule la presión de descarga de la bomba en un ensamblaje de mangueras en el que un autobomba abastece a dos líneas de mangueras de 3 pulgadas con coples de 2,5 pulgadas, cada uno de ellos con una longitud de 200 pies. Las líneas de mangueras están conectadas a una siamesa que, a su vez, abastece a una manguera de 100 pies y 3 pulgadas con coples de 3 pulgadas conectada a una tubería desmontable para escala. Dicha tubería está situada a 60 pies de altura y descarga 80 lb/pulg² a través de una boquilla de chorro directo de 1,5 pulgadas de diámetro.

Chorro maestro

$$GPM = 29,7 \text{ d}^2 \sqrt{NP}$$

$$GPM = (29,7) (1,5)^2 (\sqrt{80})$$

$$GPM = 598 \text{ gpm}$$

Manguera de 3 pulgadas con coples de 3 pulgadas y chorro maestro

C = 0,677 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{598}{100} \quad Q = 5,98$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{100}{100} \quad L = 1$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,677)(5,98)^2(1)$$

$$FL = (0,677)(35,7604)(1)$$

FL = 24,2 lb/pulg²

$$EP = (0,5)(H)$$

$$EP = (0,5)(60)$$

$$EP = 30 \text{ lb/pulg}^2$$

TPL_{manguera de 3 pulg con cople de 3 pulg} = FL + EP + Pérdida de presión provocada por los accesorios

TPL_{manguera de 3 pulg con cople de 3 pulg} = 24,2 + 30 + 25 = **79,2 lb/pulg² en la manguera de 3 pulgadas con coples de 3 pulgadas y un chorro maestro**

Líneas de mangueras de 3,5 pulgadas y siamesa

C = 0,2 de la tabla 8.4

$$Q = \frac{\text{gpm}}{100} \quad Q = \frac{598}{100} \quad Q = 5,98$$

$$L = \frac{\text{pies}}{100} \quad L = \frac{200}{100} \quad L = 2$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,2)(5,98)^2(2)$$

$$FL = (0,2)(35,7604)(2)$$

FL = 14,3 lb/pulg²

$TPL_{\text{Dos de 3,5 pulgadas}} = FL + \text{Pérdida de presión provocada por los accesorios}$

$TPL_{\text{Dos de 3,5 pulgadas}} = 14,3 + 10 = 24,3 \text{ lb/pulg}^2$ en las dos líneas de 3 pulgadas y en la siamesa

$TPL_{\text{Ensamblaje}} = TPL_{\text{manguera de 3 pulg con cople de 3 pulg}} + TPL_{\text{Dos de 3,5 pulgadas}}$

$TPL_{\text{Ensamblaje}} = 79,2 + 24,3 = 103,5 \text{ lb/pulg}^2$ en el **ensamblaje de mangueras**

Presión de descarga de la bomba

$PDP = NP + TPL_{\text{Ensamblaje}} \quad PDP = 80 + 103,5$

$PDP = 183,5 \text{ lb/pulg}^2$

Cómo calcular la presión neta de descarga de la bomba

Para calcular la presión neta de descarga de la bomba, hay que tener en cuenta todos los factores que contribuyen al esfuerzo que tiene que hacer la bomba para producir un chorro contraincendios.

Cuando un autobomba recibe el abastecimiento de agua de un hidrante o de una línea de abastecimiento de otro autobomba, la presión neta de descarga de la bomba es la diferencia entre la presión de descarga de la bomba y la presión entrante del hidrante; por ejemplo, si la PDP es de 150 lb/pulg² y la lectura del manómetro de entrada es de 50 lb/pulg², la presión neta de descarga de la bomba es de 100 lb/pulg². Para los cálculos, puede utilizarse la siguiente fórmula:

ECUACIÓN E

$NPDP_{PPS} = PDP - \text{Lectura de entrada}$

Donde:

$NPDP_{PPS}$ = presión neta de descarga de la bomba desde una fuente de presión positiva

PDP = presión de descarga de la bomba

Tenga presente que esta ecuación no se aplica a situaciones en las que el autobomba realiza actuaciones de succión. Dichas situaciones se explican con más detalle en el capítulo 12 de este manual.

El método para aplicar la ecuación E se explica en el siguiente ejemplo.

Ejemplo 27

Un autobomba conectado a un hidrante descarga agua a 170 lb/pulg². El manómetro de entrada indica que la presión entrante desde el hidrante es de 20 lb/pulg². Calcule la presión neta de descarga de la bomba.

$NPDP_{PPS} = PDP - \text{Lectura de entrada}$

$NPDP_{PPS} = 170 \text{ lb/pulg}^2 - 20 \text{ lb/pulg}^2$

$NPDP_{PPS} = 150 \text{ lb/pulg}^2$

Capítulo 8 Sistema métrico

Cálculos teóricos de la presión

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información que ayudará al lector a cumplir con los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios) edición de 1998.

3-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros maestros o de mano eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo, **se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla** y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Depósito interno
- Fuente presurizada
- Fuente estática
- Trasvase de un depósito interno a una fuente externa

(a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;** funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados y de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) **Habilidades requeridas:** posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

3-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y el tamaño de la línea y la presión de entrada y el flujo deseados, bombear una línea de abastecimiento de 65 mm (2,5 pulgadas) o mayor, de modo que **se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.**

(a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;** funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) **Habilidades requeridas:** posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

3-2.4 Dada la información específica sobre un sistema y un autobomba del cuerpo de bomberos, proporcionar agua a un rociador contraincendios y a una sistema de tuberías montantes, de modo que el agua llegue al sistema con un volumen y con una presión adecuados.

(a) **Conocimientos requeridos: cálculo de la presión de descarga de la bomba;** tendidos de mangueras; ubicación de las conexiones del cuerpo de bomberos; procedimientos de abastecimiento alternativos en caso de que no se puedan utilizar las conexiones del cuerpo de bomberos; principios de funcionamiento de los sistemas de rociadores tal como establece la NFPA 13 *Instalación de sistemas de rociadores*, la NFPA 13D, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes* (Norma sobre la instalación de sistemas de rociadores en viviendas para una o dos familias y casas prefabricadas) y la NFPA 13R, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Residential Occupancies Up To and Including Four Stories in Height* (Norma sobre la instalación de sistemas de rociadores en instalaciones residenciales de hasta cuatro pisos de alto); actuaciones del cuerpo de bomberos en instalaciones con rociadores tal como establece la NFPA

13E, *Guide for Fire Department Operations in Properties Protected by Sprinkler and Standpipe Systems* (Guía para las actuaciones del cuerpo de bomberos en propiedades protegidas con sistemas de rociadores y de tuberías montantes); y los principios de funcionamiento de los sistemas de tuberías montantes tal como establece la NFPA 14, *Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems* (Norma sobre la instalación de sistemas de tuberías montantes y de mangueras).

6-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros contraincendios eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo, se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Cisterna de agua
- Fuente presurizada
- Fuente estática

(a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;** funcionamiento seguro de la bomba; colocación adecuada del vehículo; consideraciones de seguridad personal; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión, sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) **Habilidades requeridas:** posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; colocar

correctamente el vehículo para llevar a cabo el ataque al incendio; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

6-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y tamaño de la línea, el flujo de bombeo y la presión de entrada deseada, bombear una línea de abastecimiento, de modo que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

(a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;** funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto y con los sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) **Habilidades requeridas:** posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizar un hidrante contraincendios en una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios), Copyright © 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 01169, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

El principal objetivo del conductor/operario es proporcionar al equipo de supresión de incendios el flujo de agua y la presión necesarios para conseguir controlar con eficacia un incendio y/o extinguirlo. Para cumplir este objetivo, los conductores/operarios deben conocer los aspectos teóricos del desarrollo de los chorros contraincendios. Por tanto, deben ser capaces de llevar esos conocimientos teóricos a la práctica durante las actuaciones en el lugar del incendio.

En este capítulo, el conductor/operario aprenderá los métodos teóricos para calcular la pérdida de presión en diversos tendidos de mangueras y diversas situaciones de incendios. Aprenderá también a tener en cuenta los efectos de la fricción en el ensamblaje de la manguera, así como los efectos de la elevación sobre las líneas de



Figura 8.1 Las líneas de mano preconectadas son los tendidos de mangueras más utilizados por los cuerpos de bomberos. *Gentileza de Ron Jeffers.*

Tabla 8.1
Tamaños de mangueras más habituales

EE.UU. (pulgadas)	Canadá (mm)	NFPA (mm)
0,75	20	20
1	25	25
1,5	38	38
1,75	45	44
2	50	51
2,5	65	65
3	77	76
3,5	90	89
4	100	100
4,5	115	113
5	125	125
6	150	150

mangueras de abastecimiento. Por último, el conductor/operario aprenderá a utilizar las cifras resultantes de los cálculos de pérdida de presión para determinar la presión de descarga de la bomba necesaria para abastecer correctamente los chorros contraincendios.

En muy pocas ocasiones, los conductores/operarios realizan los cálculos contenidos en este capítulo cuando se encuentran en el lugar del incendio. Es más probable que utilicen los métodos descritos en el capítulo 9. Sin embargo, es importante que el conductor/operario sepa calcular la pérdida teórica de presión por fricción por muchos otros motivos, entre los que figuran los siguientes:

- Proporciona al conductor/operario un mejor conocimiento de los fundamentos en los que se basan los métodos que se utilizarán en el lugar del incendio descritos en el capítulo 9.
- Permite al conductor/operario predeterminar presiones de descarga de la bomba adecuadas para las líneas de mangueras preconectadas y los tendidos de mangueras normales utilizados en su vehículo (véase la figura 8.1).
- Sirve como herramienta de planificación de prevención de incidentes en las propiedades en las que hay que desplegar las mangueras de un modo diferente al que utiliza normalmente el cuerpo de bomberos.

Tabla 8.2
Diámetros de boquillas más habituales

EE.UU. (pulgadas)	Sistema métrico (mm) (exacto)	Sistema métrico (mm) (aproximado)
0,5	12,700	13
0,625	15,880	16
0,75	19,050	19
0,875	22,225	22
1	25,400	25
1,125	28,575	29
1,25	31,750	32
1,375	34,925	35
1,5	38,100	38
1,75	44,450	45
2	50,800	50
2,25	57,150	57
2,5	63,500	65
2,75	69,850	70
3	76,200	77

A lo largo de los siguientes apartados, se presentan una serie de problemas a modo de ejemplo para que el conductor/operario se familiarice con los conceptos utilizados en los cálculos hidráulicos. No obstante, con los siguientes cálculos de ejemplo no se pretende que el conductor/operario se limite a utilizar un solo método de solución. Los problemas de ejemplo sirven de pautas para todos aquéllos que no estén familiarizados con los cálculos. Asimismo, los ejemplos muestran el método apropiado para resolver un problema concreto. Están resueltos paso a paso para enseñar al lector todo el proceso de resolución del problema. Gracias a los ejercicios, el lector puede practicar la resolución de problemas utilizando el formato presentado en los ejemplos.

NOTA: con el fin de evitar el desorden y la confusión de intentar ir cambiando entre las unidades anglosajonas y el sistema métrico, este capítulo aparece en dos versiones. Esta versión contiene el sistema de métrico. Justo antes de este capítulo, encontrará otra versión del capítulo 8 con los cálculos formulados según el sistema de medidas anglosajón.

Antes de entrar en materia, es importante revisar los tamaños habituales de las mangueras y de los extremos de las boquillas de chorro directo utilizados hoy en día por los cuerpos de bomberos. Esas cifras se utilizan en todos los



Figura 8.2 Un ejemplo de un cambio de altura es el uso de un chorro maestro elevado.

capítulos restantes de este manual. Las tablas 8.1 y 8.2 contienen equivalencias entre medidas en el sistema anglosajón y en el sistema métrico. Todas las medidas incluidas en las publicaciones de la IFSTA siguen un documento titulado “*Training Guidelines for the Metric Conversion of Fire Departments in Canada*” (Indicaciones generales para la conversión métrica de los cuerpos de bomberos de Canadá). La NFPA no sigue las mismas pautas y, por tanto, la tabla 8.1 presenta algunas diferencias en los tamaños de las mangueras expresadas en el sistema métrico. Las jurisdicciones que utilizan los tamaños de las mangueras establecidos por la NFPA deben consultar esta tabla para utilizar el resto del manual.

Pérdida total de presión: pérdida de presión por fricción más pérdida de presión por altura

Para producir chorros contraincendios eficaces, es preciso conocer la cantidad de pérdida de presión por fricción en la manguera y cualquier cambio de presión provocado por la altura. Como ya se ha explicado en el capítulo 6, la pérdida de presión por fricción puede ser consecuencia de múltiples factores: el estado de la manguera, el estado de los coples, pliegues, entre otros. No obstante, el factor principal es el volumen de agua que fluye por minuto.

A la hora de calcular la pérdida de presión por fricción, también hay que tener en cuenta la longitud y el diámetro de la línea de mangueras y cualquier accesorio montado en dicha línea. Dado que la cantidad de mangueras utilizadas entre el autobomba y la boquilla no es siempre la misma, el conductor/operario debe ser capaz de determinar la pérdida de presión por fricción para una línea de

mangueras de una longitud determinada. Las diferencias en elevación, como las colinas, los barrancos, los dispositivos elevadizos o los edificios de varias plantas, crean una pérdida o un aumento de presión conocida como *presión por altura*. El desarrollo de la presión por altura se produce siempre que la boquilla y la bomba se encuentren a alturas diferentes (véase la figura 8.2).

A la combinación de las pérdidas de presión por fricción y por altura se le denomina *pérdida total de presión*, que no debe confundirse con la presión de descarga total de la bomba, en la que también se incluye la presión de la boquilla. Este tipo de presión se definirá más adelante en este capítulo. Tanto la pérdida de presión por fricción como la pérdida de presión por altura se expresan en kilopascales (kPa).

Cómo determinar la pérdida de presión por fricción

Existen dos métodos para determinar la pérdida de presión por fricción: pruebas reales y cálculos. El más preciso de estos métodos son las pruebas reales realizadas *in situ*. En las pruebas *in situ* se utilizan manómetros en línea para medir la pérdida de presión por fricción a diversos flujos de un tendido de mangueras real. El método de cálculo implica el uso de ecuaciones matemáticas de pérdida de presión por fricción y métodos de aplicación *in situ*. Este capítulo se centra en el uso de ecuaciones matemáticas para determinar la pérdida de presión por fricción. Las aplicaciones *in situ* se tratan en el capítulo 9.

Es preciso puntualizar que el único método realmente preciso para determinar la pérdida de presión en cualquier tendido de mangueras es medir la presión en ambos extremos de la manguera y restar la diferencia; no obstante, este método no resulta práctico en las situaciones reales. El cálculo de la pérdida de presión a través del uso de fórmulas o de aplicaciones *in situ* es, a lo sumo, una ciencia inexacta. Las cifras derivadas de estos métodos de cálculo serán probablemente muy diferentes de las obtenidas al realizar pruebas reales. Sin embargo, las cifras que resultan del método de cálculo suelen acercarse bastante a la situación real, por lo que son suficientemente fiables para garantizar cierto nivel de seguridad en las actuaciones en el lugar del incendio.

El cuerpo de bomberos utilizaba anteriormente la fórmula $2Q^2 + Q$ como base para los cálculos matemáticos de pérdida de presión por fricción. Esta fórmula se basaba en la pérdida de presión media de una manguera de 2,5 pulgadas fabricada en los años 30

(véase la figura 8.3). Para obtener la pérdida de presión por fricción en mangueras de otros tamaños, era preciso utilizar factores de conversión. Además de este inconveniente, la fórmula no tenía en cuenta la longitud de la línea de mangueras, que se calculaba aparte.

Las mejoras en la tecnología de la fabricación de mangueras en los últimos 30 años aproximadamente provocaron que esta vieja fórmula para calcular la pérdida de presión por fricción se quedase obsoleta (véase la figura 8.4). Para las mangueras que se utilizan en la actualidad, esa fórmula ofrecía como resultado una pérdida de presión por fricción demasiado elevada e irreal. Por tanto, existía la necesidad de desarrollar otra fórmula, que tuviera en cuenta el tamaño de la manguera contraincendios, la cantidad de agua del flujo y la longitud del tendido de mangueras. Esos tres factores dieron lugar a la siguiente fórmula para calcular la pérdida de presión por fricción:

ECUACIÓN A

$$FL = CQ^2L$$

Donde:

FL = pérdida de presión por fricción expresada en kPa

C = coeficiente de pérdida de presión por fricción (correspondiente a los valores de la tabla 8.3)

Q = proporción de flujo expresada en centenares de litros (flujo/100)

L = longitud de la manguera expresada en centenares de metros (longitud/100)

La tabla 8.3 contiene los coeficientes de pérdida de presión por fricción más habituales para las mangueras de los diferentes tamaños que se utilizan hoy en día. Dichos coeficientes provienen de los coeficientes estadounidenses utilizados por la IFSTA y la NFPA, que son sencillamente aproximaciones de la pérdida de presión por fricción en mangueras de diversos tamaños. Los coeficientes reales de cualquier parte de la manguera varían según el estado de la manguera y según el fabricante. Al utilizar los coeficientes indicados en este manual, los resultados reflejan una situación peor. En otras palabras, los resultados probablemente muestren unos valores ligeramente superiores a la pérdida real de presión por fricción. Los cuerpos que requieran cálculos más exactos, deberán pedir los coeficientes específicos al fabricante de la manguera o realizar los cálculos reales, que se explican en el siguiente apartado de este capítulo.

Los pasos para determinar la pérdida de presión por fricción con la ecuación A son los siguientes:

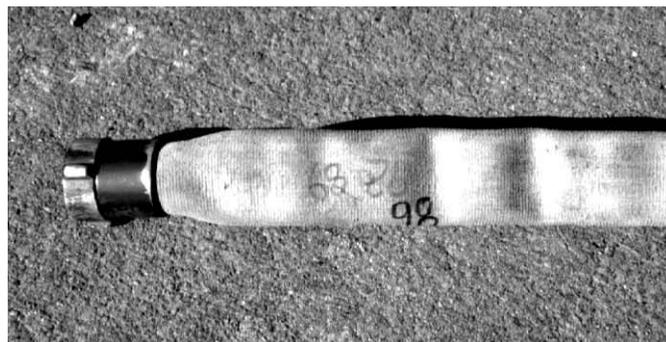


Figura 8.3 Las mangueras más antiguas tenían un recubrimiento textil.

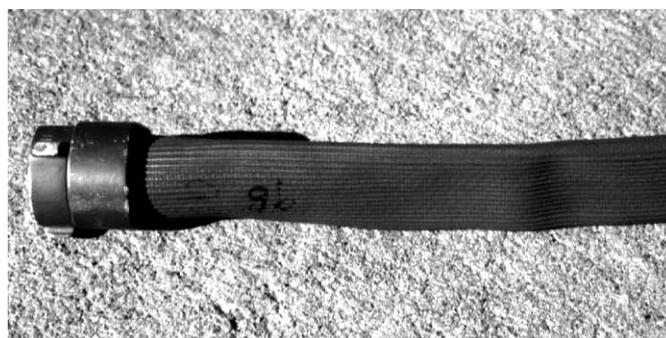


Figura 8.4 Las mangueras contraincendios más nuevas tienen un recubrimiento de goma o similar.

- Paso 1. Obtenga el coeficiente de pérdida de presión por fricción para la manguera que está utilizando a partir de la tabla 8.3.
- Paso 2. Determine la cantidad en centenares de litros de agua por minuto que fluyen (Q) a través de la manguera aplicando la ecuación $Q = \text{litros}/100$.
- Paso 3. Determine la cantidad de centenares de metros de la manguera (L) aplicando la ecuación $L = \text{metros}/100$.
- Paso 4. Realice la ecuación A con las cifras obtenidas en los pasos 1, 2 y 3 para obtener la pérdida total de presión por fricción.

Ejemplo 1

Si una boquilla tiene un flujo de 1.200 litros por minuto, ¿cuál es la pérdida total de presión por fricción en una manguera de 120 metros de longitud y 65 mm de diámetro?

$C = 3,17$ de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{litros}}{100} \quad Q = \frac{1.200}{100} \quad Q = 12$$

$$L = \frac{\text{longitud de la manguera}}{100} \quad L = \frac{120}{100} \quad L = 1,2$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(12)^2(1,2) \quad FL = (3,17)(144)(1,2)$$

FL = 548 kPa de pérdida total de presión por fricción

Ejemplo 2

¿Cuál es la pérdida total de presión por fricción en una manguera de 180 metros y de 100 mm de diámetro con un flujo de 3.000 L/min?



Figura 8.5a Para medir la presión de velocidad de un chorro de agua, se utilizan un tubo de Pitot y un manómetro.

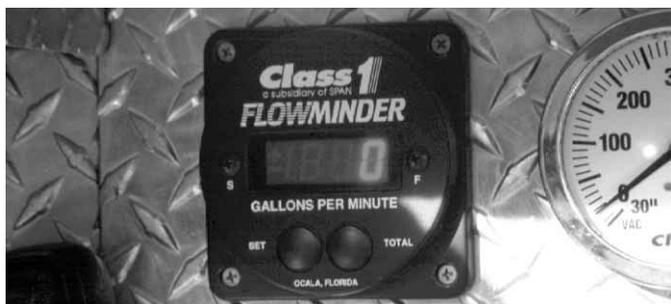


Figura 8.5b Los caudalímetros proporcionan una lectura del volumen de agua descargada a través de una apertura.

$C = 0,305$ de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{litros}}{100} \quad Q = \frac{3.000}{100} \quad Q = 30$$

$$L = \frac{\text{longitud de la manguera}}{100} \quad L = \frac{180}{100} \quad L = 1,8$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,305)(30)^2(1,8) \quad FL = (0,305)(900)(1,8)$$

FL = 494 kPa de pérdida total de presión por fricción

Ejemplo 3

¿Cuál es la pérdida total de presión por fricción en una manguera de 75 metros y de 45 mm de diámetro con un flujo de 600 L/min?

$C = 24,6$ de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{litros}}{100} \quad Q = \frac{600}{100} \quad Q = 6$$

$$L = \frac{\text{longitud de la manguera}}{100} \quad L = \frac{75}{100} \quad L = 0,75$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (24,6)(6)^2(0,75) \quad FL = (24,6)(36)(0,75)$$

FL = 664 kPa de pérdida total de presión por fricción

Cómo determinar sus propios coeficientes de pérdida de presión por fricción

Si desea obtener resultados más precisos para las mangueras que transporta en su vehículo en vez de utilizar los resultados de los coeficientes de pérdida de presión por fricción estándares, es recomendable que realice algunas pruebas a su manguera para establecer

Tabla 8.3
Coeficiente de pérdida de presión por fricción
Líneas de manguera única

Diámetro de la manguera (mm)	Coefficiente (c)
20 (nodriza)	1.741
25 (nodriza)	238
32 (nodriza)	127
38	38
45	24,6
50	12,7
65	3,17
70 con coples de 77 mm	2,36
77 con coples de 65 mm	1,27
77 con coples de 77 mm	1,06
90	0,53
100	0,305
115	0,167
125	0,138
150	0,083
Tuberías montantes	
100	0,600
125	0,202
150	0,083

los coeficientes reales. En caso de que el cuerpo de bomberos disponga del equipo necesario, el procedimiento para determinar la pérdida de presión por fricción en una manguera es bastante sencillo. No obstante, antes de empezar con el procedimiento, es preciso tener en cuenta algunos principios básicos. Para obtener resultados indicativos de los valores medios que se registrarán en el lugar del incendio, es necesario utilizar la misma manguera que utilizaría en caso de incendio. Además, es preciso realizar las pruebas con las mangueras que estén en servicio. No utilice mangueras almacenadas almacenadas o mangueras que no se hayan utilizado nunca (a menos que se vaya a poner en servicio una manguera nueva).

Cuando realice esas pruebas a mangueras, pruebe sólo un tipo de manguera cada vez. Por ejemplo, si el cuerpo está realizando pruebas a mangueras de 77 mm de diámetro, fabricadas en algodón y poliéster y con recubrimiento doble, no mezcle con esas mangueras ninguna de diferente tamaño o de diferente fabricación. Si el cuerpo suele mezclar mangueras de múltiples tipos, puede que sea muy difícil obtener un coeficiente de pérdida de presión por fricción adecuado para todas

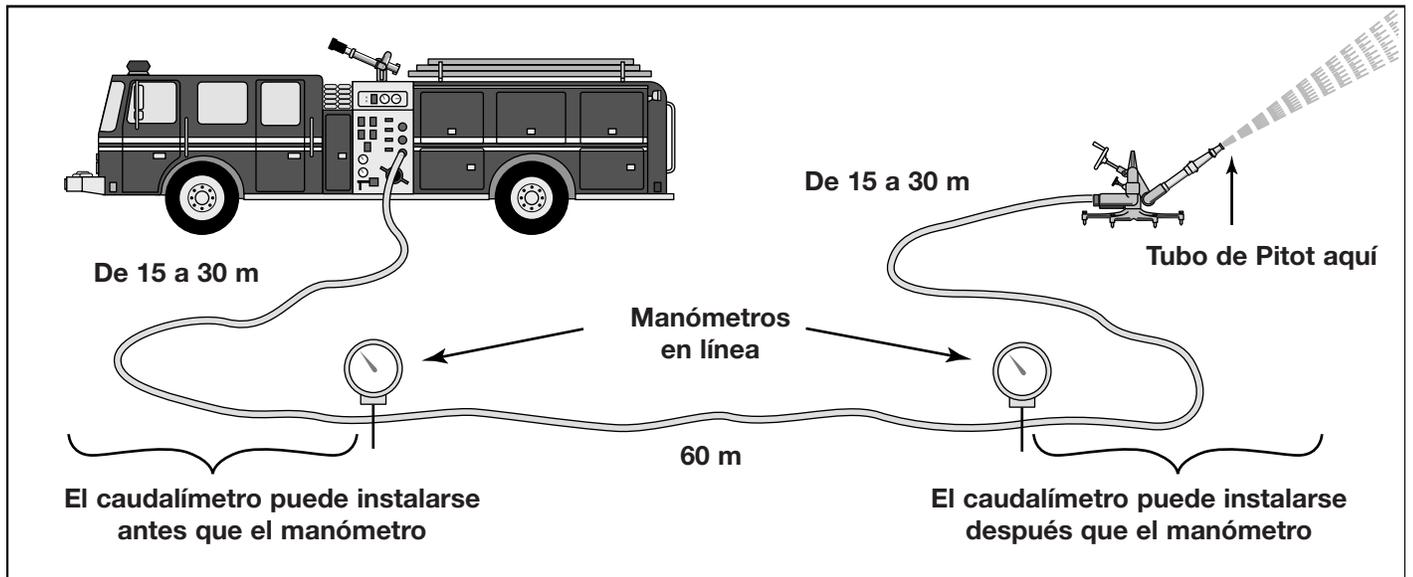


Figura 8.6 Este tendido puede utilizarse para calcular el coeficiente de pérdida de presión por fricción en cualquier manguera contraincendios.

las situaciones. Las diferencias en la fabricación, en los tejidos, en los revestimientos de goma, en los coples y en el desgaste provocan diferentes cantidades de pérdida de presión por fricción.

La precisión de los resultados de las pruebas dependerá del equipo utilizado para calcularlos. Por tanto, es fundamental que todos los dispositivos de medición (tubos de Pitot, manómetros en línea, caudalímetros, etc.) estén bien calibrados para obtener resultados óptimos. El equipo necesario para realizar esas pruebas es el siguiente:

- Un tubo de Pitot o caudalímetro (véanse las figuras 8.5 a y b).
- Dos manómetros en línea, preferiblemente calibrados en incrementos de 50 kPa o menores
- Una manguera para realizar las pruebas
- Una boquilla con el interior liso si se usa un tubo de Pitot
- Cualquier tipo de boquilla si se utiliza un caudalímetro

A continuación, se detalla el procedimiento paso a paso para determinar la pérdida de presión por fricción en cualquier manguera:

- Paso 1. Tienda la manguera en una superficie plana. Tienda 90 metros si la longitud de las mangueras es de 15 metros o 120 metros si es de 100 metros.
- Paso 2. Conecte el extremo de la línea de mangueras a una descarga del autobomba que se utiliza

para efectuar las pruebas. Conecte una boquilla en el otro extremo de la línea de mangueras. Si utiliza un tubo de Pitot para calcular la presión de la boquilla y el correspondiente flujo de agua, utilice una boquilla con el interior liso. En cambio, si utiliza un caudalímetro para determinar el flujo, cualquier tipo de boquilla es válido (véase la figura 8.6).

- Paso 3. Inserte el manómetro 1 en la línea de mangueras en la conexión situada entre la primera y la segunda manguera lejos de la descarga. Esta conexión debe estar a 15 metros del autobomba si la longitud de la manguera es de 15 metros. Si se utilizan mangueras de 30 metros, entonces hay que colocar el manómetro 1 a 30 metros del autobomba.
- Paso 4. Inserte el manómetro 2 a una distancia de 60 metros del manómetro 1, independientemente de la longitud de las mangueras. Dependiendo de la longitud de las mangueras, el manómetro 2 debe estar situado a una distancia de 15 ó 30 metros de la boquilla. Si se emplea un caudalímetro portátil, NO lo inserte entre los manómetros, sino en cualquier otro lugar de la línea de mangueras.
- Paso 5. Cuando haya colocado todos los accesorios en la línea de mangueras, puede empezar las pruebas. Proporcione agua a la línea de mangueras a una presión de descarga de la bomba constante durante el transcurso de

cada prueba. Dado que se deben realizar tres o cuatro pruebas para cada grupo de mangueras del mismo tamaño, es preciso utilizar diferentes presiones de descarga de la bomba, siempre y cuando se mantenga la misma presión de descarga a lo largo de cada prueba. Aplique una presión de descarga de la bomba

suficiente para que la boquilla produzca un chorro contraincendios en condiciones.

Paso 6. Cuando el agua haya empezado a fluir, registre la presión de descarga de la bomba, las lecturas de los manómetros 1 y 2 y las lecturas del caudalímetro o del tubo de Pitot (dependiendo

Figura 8.7

Cuadro para calcular el coeficiente de pérdida de presión por fricción

Fecha: ___ / ___ / ___ Tamaño de la manguera _____ Pulgadas Construcción de la manguera _____

Persona que realiza la prueba _____

Columna 1 Prueba nº.	Columna 2 Presión de descarga de la bomba en kPa	Columna 3 Presión en el manómetro 1 en kPa	Columna 4 Presión en el manómetro 2 en kPa	Columna 5 Presión de la boquilla* en kPa	Columna 6 Flujo del caudalímetro o de la ecuación**	Columna 7 $\left(\frac{L/min}{100}\right)^2$ o $\left(\frac{Col.6}{100}\right)^2$	Columna 8 Pérdida de presión por fricción por 100 m o $\left(\frac{Col.3-Col.4}{2}\right)$	Columna 9 C $\left(\frac{Col.8}{Col.7}\right)$
1								
2								
3								
4								
								Total de las 9 col.
								Media C= _____
								Núm. de pruebas realizadas
								Media C= _____

*No es necesario si se utiliza un caudalímetro

**L/min = 0,067 d²√NP

Figura 8.7 Este cuadro puede utilizarse para calcular el coeficiente de pérdida de presión por fricción en cualquier manguera contraincendios.

de cuál de los dos esté utilizando) en los espacios correspondientes de la Figura 8.7.

Paso 7. Rellene la Figura 8.7 como se indica en la tabla. Con ello, obtendrá el coeficiente de pérdida de presión por fricción para su manguera.

En la Figura 8.8 se recogen los resultados de las pruebas de un cuerpo de bomberos que optó por determinar su propio coeficiente para la manguera de 65 mm de diámetro que utilizaban. Las pruebas se realizaron a tres presiones de descarga de la bomba diferentes. Tras rellenar la figura 8.8, el cuerpo

Figura 8.8

Cuadro para calcular el coeficiente de pérdida de presión por fricción

Fecha: ___ / ___ / ___ Tamaño de la manguera ___ Pulgadas Construcción de la manguera _____

Persona que realiza la prueba _____

Columna 1 Prueba nº.	Columna 2 Presión de descarga de la bomba en kPa	Columna 3 Presión en el manómetro 1 en kPa	Columna 4 Presión en el manómetro 2 en kPa	Columna 5 Presión de la boquilla* en kPa	Columna 6 Flujo del caudalímetro o de la ecuación**	Columna 7 $\left(\frac{L/min}{100}\right)^2$ o $\left(\frac{Col.6}{100}\right)^2$	Columna 8 Pérdida de presión por fricción por 100 m o $\left(\frac{Col.3-Col.4}{2}\right)$	Columna 9 C $\left(\frac{Col.8}{Col.7}\right)$
1	910	854	750	—	880	$\left(\frac{880}{100}\right)^2 = 77.44$	177,3	2,24
2	1.050	1.000	860	—	1.000	$\left(\frac{1.000}{100}\right)^2 = 100$	233,3	2,33
3	170	157	131	—	280	$\left(\frac{280}{100}\right)^2 = 7.84$	308,3	2,45
4	—	—	—	—	—	—	—	—

Total de
las 9 col.

7,02

Media C=

3

Núm. de
pruebas
realizadas

*No es necesario si se utiliza un caudalímetro

**L/min = 0,067 d²√NP

Media C=

2,34

Figura 8.8 Los resultados de cada prueba se registran en el cuadro.

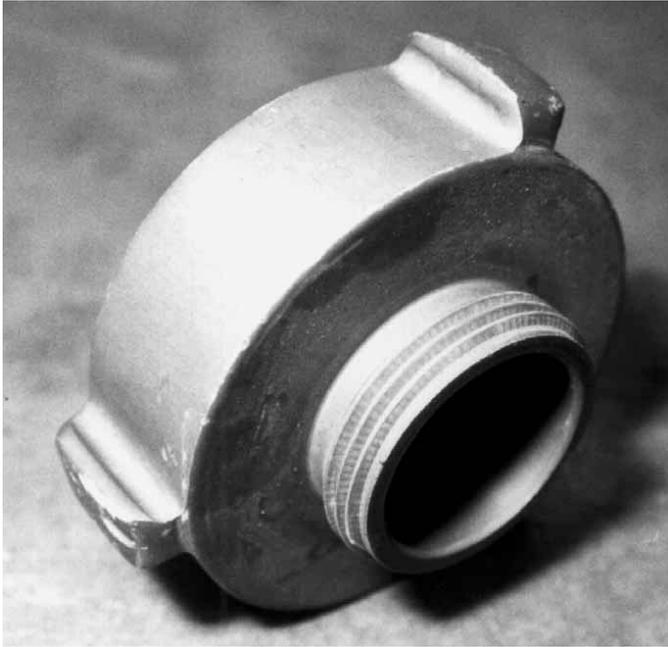


Figura 8.9a Reductor.



Figura 8.9b Cople "Y" conmutado.

determinó que el coeficiente real para sus mangueras de 65 mm era de 2,34. Esta cifra es un 26 por ciento superior al coeficiente estándar para la manguera de 65 mm utilizado en este manual ($C=3,17$).

Pérdida de presión causada por los accesorios

En las actuaciones en el lugar del incendio suelen emplearse accesorios para líneas de mangueras, como reductores, aumentadores, compuertas de válvulas, coples "Y", cuadros de válvulas, vehículos con dispositivos elevadizos y sistemas de tuberías montantes (véanse las figuras 8.9 a-d). La pérdida de presión por fricción varía según el tipo de accesorio que la provoca. Esta pérdida es insignificante en casos donde el flujo total a través del accesorio en cuestión es inferior a 1.400 L/min por lo que, para el propósito de este manual, no se han incluido los cálculos de flujos menores a éste. La pérdida de presión por fricción en esos accesorios varía según la capacidad estipulada del dispositivo y del flujo. Por regla general,



Figura 8.9c Siamesa.

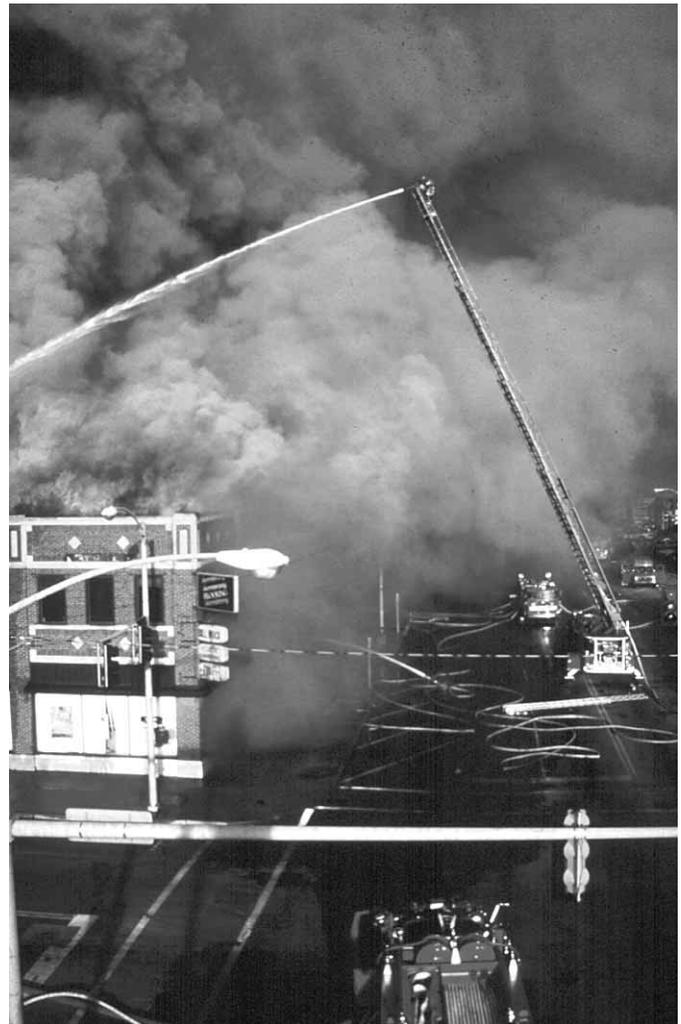


Figura 8.9d Los dispositivos elevadizos provocan una pérdida de presión por fricción.

suele producirse una pérdida segura de 175 kPa o mayor al fluir a la capacidad estipulada. En el caso de las siamesas y los coples "Y", la pérdida de presión por fricción varía según el tamaño del dispositivo y la cantidad de flujo. En

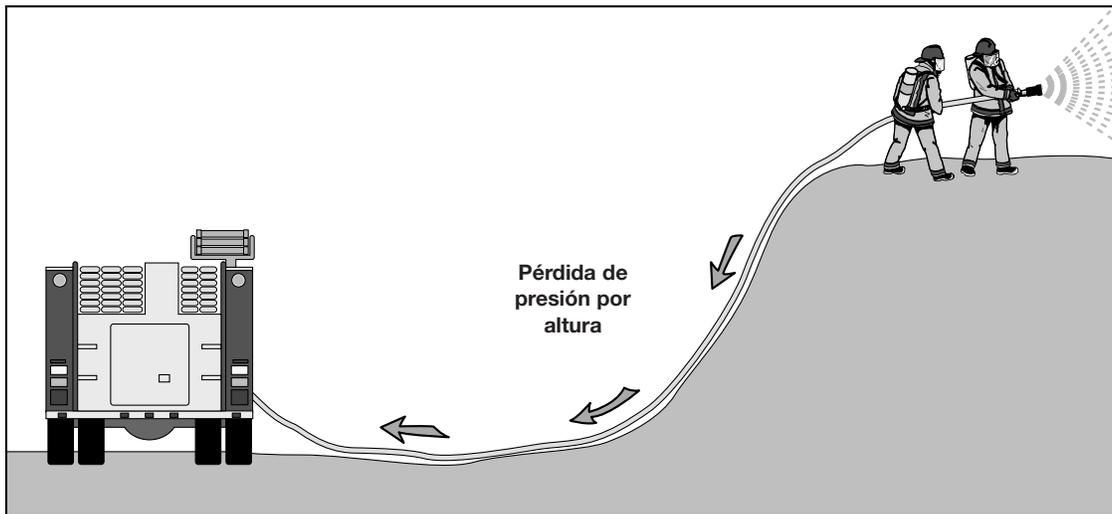


Figura 8.10 En esta situación, la bomba sufriría una pérdida de presión por altura.

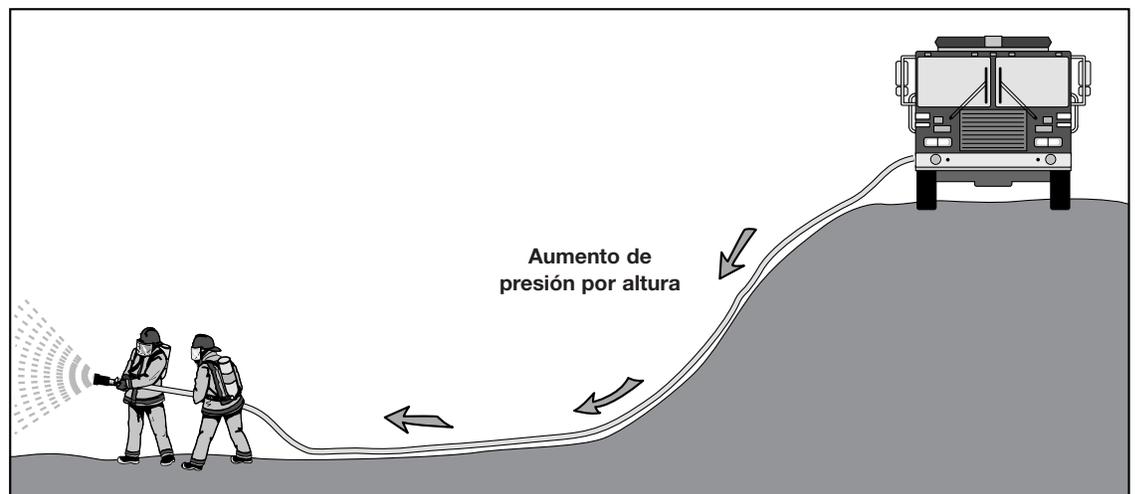


Figura 8.11 En esta situación, la bomba experimentaría un aumento de presión por altura.

este manual, supondremos una pérdida de 0 kPa en los flujos inferiores a 1.400 L/min y una pérdida de 70 kPa *para cada accesorio* (que no sea un dispositivo de chorro maestro) en un ensamblaje de mangueras con un flujo de 1.400 L/min o más. La pérdida provocada por la fricción de las boquillas en las líneas de mano no se incluye en los cálculos de este manual, ya que suele ser insignificante en comparación con la pérdida de presión total en un ensamblaje de mangueras. **En este manual, supondremos una pérdida de presión por fricción de 175 kPa en todos los accesorios de chorros maestro, independientemente del flujo.**

Igual que con la manguera contraincendios, el único modo fiable para determinar la pérdida de presión por fricción exacta para cada accesorio es que los cuerpos de bomberos lleven a cabo sus propias pruebas de fricción. En el apéndice B, se incluye un método para calcular esta pérdida de presión por fricción.

Cómo determinar la presión por altura

En las actuaciones en el lugar del incendio suelen emplearse líneas de mangueras colocadas a diversas alturas. Por lo que es necesario tener en cuenta la presión por altura, que es consecuencia de las diferencias en la elevación de la boquilla y la bomba, a la hora de determinar la pérdida total de presión.

El agua ejerce una presión de 10 kPa por pie de altura. Cuando una boquilla está situada a una altura superior a la del vehículo, la presión se ejerce contra la bomba (véase la figura 8.10). Para compensar esta “pérdida” de presión, es necesario sumar la presión por altura a la pérdida de presión por fricción para obtener la pérdida total de presión. En cambio, si la boquilla se encuentra a una altura inferior a la del vehículo, la presión se ejerce contra la boquilla (véase la figura 8.11). Este “aumento” de la presión se compensa sustrayendo la presión por altura de la pérdida total de presión por fricción.

Figura 8.12 Ejemplo 4.

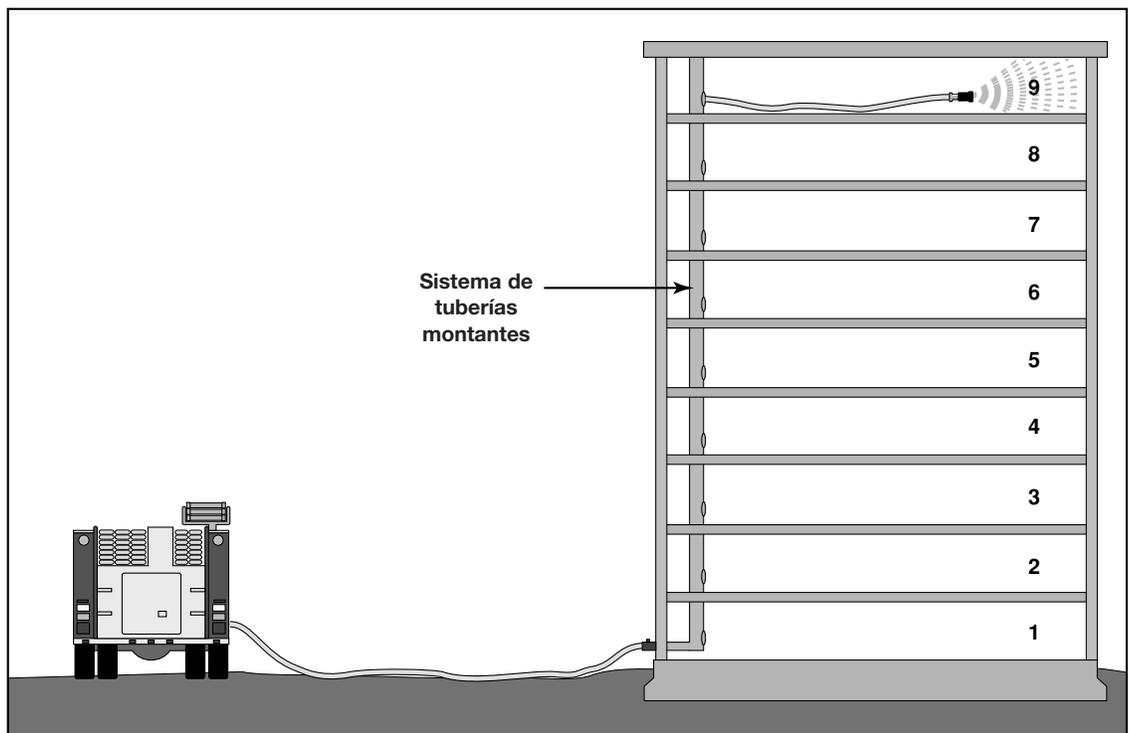
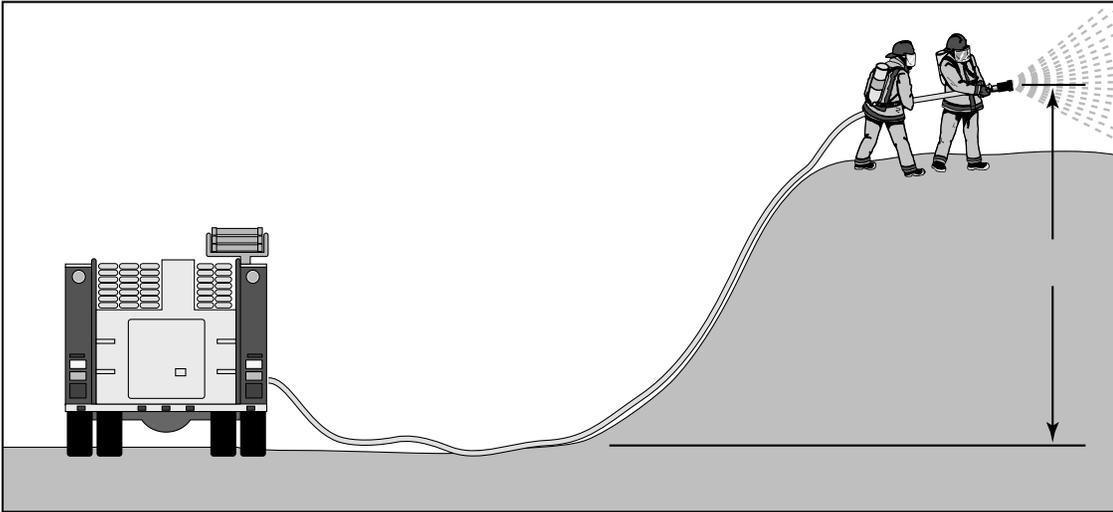


Figura 8.13 Ejemplo 5.

Para simplificar los cálculos de la presión por altura en el lugar del incendio, puede utilizarse la siguiente fórmula:

ECUACIÓN B

$$EP = 10H$$

Donde:

EP = presión por altura expresada en kPa

10 = una constante

H = altura expresada en metros

Suele ser más sencillo determinar la presión por altura en un edificio con múltiples plantas utilizando otro

método: se cuentan las plantas del edificio y se aplica la siguiente ecuación.

ECUACIÓN C

$$EP = 35 \text{ kPa} \times (\text{número de plantas} - 1)$$

A continuación, se muestran algunos ejemplos del cálculo de la presión por altura.

Ejemplo 4

Calcule la pérdida total de presión por altura de una línea de mangueras situada en una colina con una altitud de 30 metros (véase la figura 8.12).

$$EP = 10H$$

$$EP = (10)(30)$$

$$EP = 300 \text{ kPa}$$

Ejemplo 5

Una línea de mangueras situada en una estructura de 9 pisos está conectada al sistema de tuberías montantes del edificio (véase la figura 8.13). ¿Cuál es la pérdida total de presión por altura en la base del sistema de tuberías montantes?

$$EP = 35 \text{ kPa} \times (\text{número de plantas} - 1)$$

$$EP = 35 \text{ kPa} \times (9 - 1)$$

$$EP = (35)(8)$$

$$EP = 280 \text{ kPa}$$

Accesorios para los tendidos de mangueras

Entre los tendidos de mangueras encontramos líneas de manguera única, múltiples, de cople "Y" o con cuadros de válvulas y siamesas. En cada uno de estos tipos de tendidos, la pérdida de presión por fricción depende de factores como el diámetro de la manguera y las longitudes iguales o no de los tendidos de las mangueras.

Como ya se ha especificado anteriormente, la suma de la pérdida de presión por fricción y la presión por altura se denomina pérdida total de presión. Los cambios en la presión total se deben a la pérdida de presión por fricción en la manguera, la pérdida de presión por fricción en los accesorios (cuando los flujos superan los 1.400 L/min) y cualquier cambio en la presión por altura. Al sumar todas estas pérdidas de presión, se puede obtener la pérdida total de presión para cualquier tendido de mangueras. Por último, el conductor/operario utiliza esa información para establecer la presión de descarga adecuada para la bomba contraincendios (estas cuestiones se explican en la parte final de este capítulo).

Los tendidos de mangueras pueden dividirse en dos categorías básicas: tendidos de mangueras simples y complejos. Los principios utilizados para determinar la pérdida total de presión en cada categoría son prácticamente iguales. A partir de la complejidad de los cálculos de pérdida de presión por fricción puede concluirse si un tendido de mangueras es simple o complejo.

Tendidos de mangueras simples

Entre los tendidos de mangueras simples, encontramos las líneas de manguera única, las líneas de mangueras múltiples de igual longitud, las líneas de mangueras de cople "Y" de igual longitud, y las líneas de mangueras con siamesas de igual longitud. Todos esos tendidos de mangueras, que son los más habituales, no presentan



Figura 8.14 Los incidentes más pequeños pueden controlarse con una única línea de ataque. *Gentileza de Ron Jeffers.*

una gran dificultad a la hora de determinar la pérdida total de presión.

Línea de manguera única

El tendido de mangueras más utilizado es la línea de manguera única (véase la figura 8.14). Resulta muy sencillo calcular la pérdida de presión por fricción de este tendido de mangueras, ya se use como línea de ataque o bien como línea de abastecimiento. Los siguientes ejemplos muestran cómo se determina la pérdida total de presión en una línea de manguera única.

Ejemplo 6

Un autobomba abastece a una línea de mangueras de 90 m de longitud con un flujo de 500 L/min. La línea de mangueras está compuesta por una manguera de 60 metros y de 65 mm de diámetro reducida a 30 metros y a 38 mm (véase la figura 8.15). ¿Cuál es la pérdida de presión debida a la fricción en el ensamblaje de mangueras?

Manguera de 65 mm

$$C = 3,17 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{\text{litros}}{100} \quad Q = \frac{500}{100} \quad Q = 5$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{60}{100} \quad L = 0,6$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(5)^2(0,6) \quad FL = (3,17)(25)(0,6)$$

$$FL = 47,6 \text{ kPa}$$

Manguera de 38 mm

$$C = 38 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{\text{litros}}{100} \quad Q = \frac{700}{100} \quad Q = 7$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{30}{100} \quad L = 0,3$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (38)(7)^2(0,3) \quad FL = (38)(49)(0,3)$$

$$FL = 285 \text{ kPa}$$

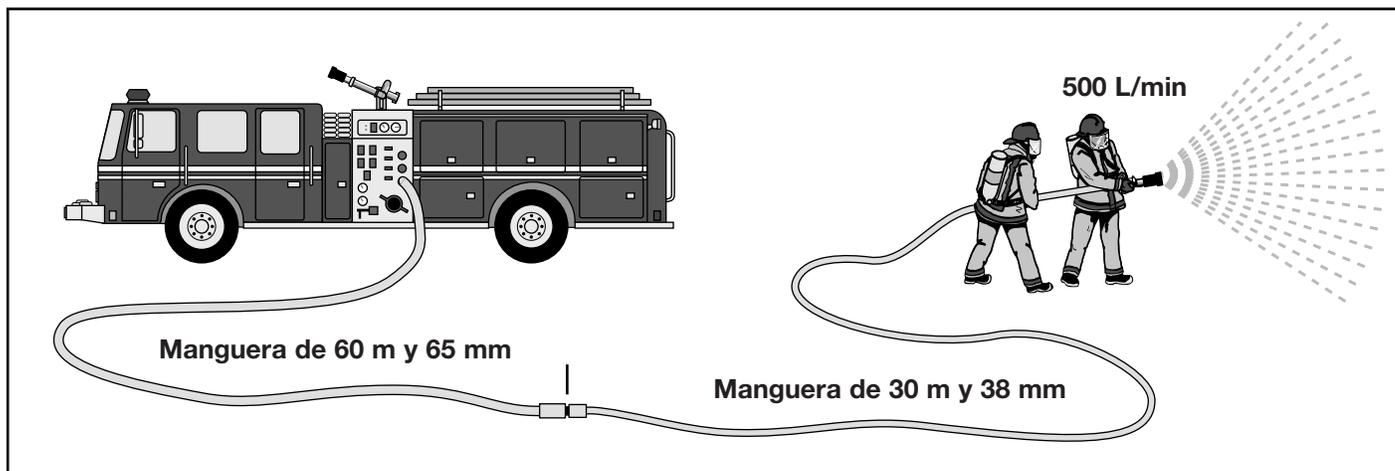


Figura 8.15 Ejemplo 6.

Pérdida total de presión

$$TPL = 47,6 + 285 = 332,6 \text{ kPa de pérdida de presión en el ensamblaje de mangueras}$$

Ejemplo 7

Se declara un incendio en el tercer piso de un edificio. Una compañía de autobomba se dirige al segundo piso y conecta una manguera de 45 metros y de 45 mm de diámetro a la salida de la tubería montante. Calcule la pérdida total de presión debida a la fricción y la presión por altura en la conexión del cuerpo de bomberos al sistema de tuberías montantes si el flujo es de 700 L/min. (Ignore la pérdida de presión por fricción en el sistema de tuberías montantes.)

Manguera de 45 mm

$$C = 24,6 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{\text{litros}}{100} \quad Q = \frac{700}{100} \quad Q = 7$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{45}{100} \quad L = 0,45$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (24,6)(7)^2(0,45) \quad FL = (24,6)(49)(0,45)$$

$$FL = 542,4 \text{ kPa}$$

Presión por altura

$$EP = 35 \text{ kPa} \times (\text{número de plantas} - 1)$$

$$EP = 35 \text{ kPa} \times (3 - 1)$$

$$EP = (35)(2)$$

$$EP = 70 \text{ kPa}$$

Pérdida total de presión

$$TPL = 542,4 + 70 = 612,4 \text{ kPa de pérdida de presión en el ensamblaje de mangueras}$$

Líneas de mangueras múltiples (de igual longitud)

Las actuaciones en el lugar del incendio pueden implicar el uso de más de una línea de mangueras desde un autobomba (véase la figura 8.16). Esas líneas de

mangueras, independientemente del diámetro, suelen tener la misma longitud.

Al determinar la pérdida de presión por fricción en las líneas múltiples de igual longitud y con los mismos diámetros, sólo es necesario realizar los cálculos para una línea, ya que las otras líneas tendrán aproximadamente la misma pérdida de presión por fricción. A la inversa, cuando los diámetros de las líneas de mangueras varían, se deben realizar los cálculos de pérdida de presión por fricción para cada una de las mangueras. La presión de descarga de la bomba se ajusta luego con la presión más alta. La válvula de la manguera que necesite menos presión se cierra parcialmente para reducir la presión de la descarga. El siguiente ejemplo es una muestra de cómo determinar la pérdida total de presión cuando se utilizan líneas de mangueras múltiples.

Ejemplo 8

Dadas tres líneas de mangueras de 65 mm, cada una de 120 metros de longitud, tendidas con extremos de 1 pulgada y con una presión en la boquilla de cada una de ellas de 50 lb/pulg², ¿Cuál es la pérdida total de presión por fricción en cada línea de mangueras?

$$L/\text{min} = 0,067d^2\sqrt{NP}$$

$$L/\text{min} = (0,067) (25)^2(\sqrt{350})$$

$$L/\text{min} = 783 \text{ L/min}$$

$$C = 3,17 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{\text{litros}}{100} \quad Q = \frac{783}{100} \quad Q = 7,83$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{120}{100} \quad L = 1,2$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(7,83)^2(1,2) \quad FL = (3,17)(61,3)(1,2)$$

$$FL = 233,2 \text{ kPa en cada línea de mangueras}$$

Tabla 8.4
Coefficientes de pérdida de presión por fricción
Líneas siamesas de igual longitud

Cantidad de mangueras y su diámetro (pulgadas)	Coefficiente
Dos de 65 mm	0,789
Tres de 65 mm	0,347
Dos de 77 mm con coples de 65 mm	0,316
Dos de 77 mm con coples de 77 mm	0,268
Una de 77 mm con coples de 65 mm, una de 65 mm	0,473
Una de 77 mm con coples de 77 mm, una de 65 mm	0,426
Dos de 65 mm, una de 77 mm con coples de 65 mm	0,253
Dos de 77 mm con coples de 65 mm, una de 65 mm	0,189

Líneas de mangueras con coples “Y” (de igual longitud)

En un ensamblaje de mangueras suele utilizarse una línea de mangueras, normalmente de 65, 77 ó 100 mm de diámetro conectadas con un cople “Y” para formar dos o más líneas de ataque más pequeñas. Las líneas de ataque resultantes pueden diferir en tamaño, y van de 38 a 65 mm, pero suelen tener la misma longitud. Es importante que estas líneas conectadas con un cople “Y” tengan la misma longitud y el mismo diámetro para no tener dos presiones diferentes en las boquillas y un problema de pérdida de presión por fricción muy grave.

El cálculo de la pérdida de presión por fricción en las líneas de mangueras de longitud y diámetro iguales es bastante sencillo. Cuando la presión de la boquilla, la longitud de la manguera y el diámetro son iguales en ambas líneas, el flujo total de agua se divide en dos partes iguales en el cople “Y”. Con ello, sólo se tiene que calcular la pérdida total de presión de una de las líneas de manguera conectadas con el cople “Y”. Siga los siguientes pasos para calcular la pérdida de presión por fricción en un ensamblaje de líneas de mangueras conectadas con un cople “Y”.

Paso 1. Calcule la cantidad de centenares de L/min que fluyen en cada línea de manguera conectada con un cople “Y” aplicando la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{\text{proporción de flujo (gpm)}}{100}$$



Figura 8.16 Es posible que el operario de la bomba tenga que abastecer a líneas de mangueras múltiples en un incendio de gran envergadura. *Gentileza de Ron Jeffers.*

Paso 2. Determine la pérdida de presión por fricción en una de las líneas de ataque con cople “Y” aplicando la siguiente ecuación:

$$FL = CQ^2L$$

Paso 3. Calcule el número total de centenares de L/min que fluyen a través de la línea de abastecimiento hacia el cople “Y” aplicando la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{Total}} = \frac{(\text{L/min en la línea de ataque 1}) + (\text{L/min en la línea de ataque 2})}{100}$$

Paso 4. Determine la pérdida de presión por fricción en la línea de abastecimiento aplicando la ecuación A, $FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2(L)$

Paso 5. Sume la pérdida de presión por fricción de la línea de abastecimiento, una de las líneas de ataque, 70 kPa del cople “Y” (si el flujo total supera los 1.400 L/min) y la presión por altura (si existe) para obtener la pérdida total de presión.

Los siguientes ejemplos ilustran cómo calcular la pérdida de presión total en un ensamblaje de mangueras conectadas con cople “Y” y con la misma longitud.

Ejemplo 9

Determine la pérdida de presión por fricción en un ensamblaje de mangueras en el que dos líneas de mangueras de 65 mm de diámetro y 30 metros de longitud cada una, con un flujo de 400 L/min están conectadas con un cople “Y” a una manguera de 65 mm y 120 metros de longitud (véase la figura 8.17).

Manguera de 38 mm

C = 38 de la tabla 8.3

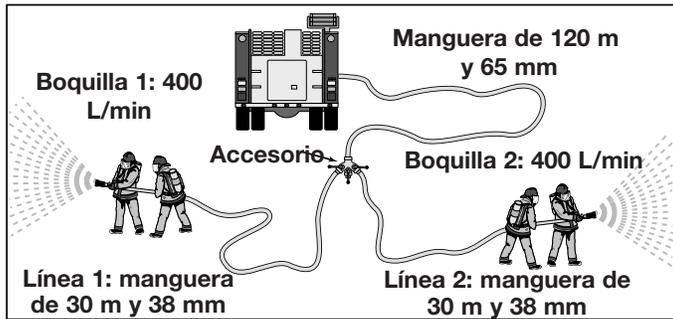


Figura 8.17 Ejemplo 9.

$$Q = \frac{\text{litros}}{100} \quad Q = \frac{400}{100} \quad Q = 4$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{30}{100} \quad L = 0,3$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (38)(4)^2(0,3) \quad FL = (38)(16)(0,3)$$

FL = 182,4 kPa en cada línea de mangueras de 38 mm

Manguera de 65 mm

C = 3,17 de la tabla 8.3

$$Q_{\text{Total}} = \frac{(L/\text{min en la línea de ataque 1}) + (L/\text{min en la línea de ataque 2})}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = \frac{400 + 400}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = \frac{800}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = 8$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{120}{100} \quad L = 1,2$$

$$FL = (C)(Q_{\text{total}})^2(L) \quad FL = (3,17)(8)^2(1,2)$$

$$FL = (3,17)(64)(1,2)$$

FL = 243,5 kPa en cada línea de mangueras de 65 mm

Pérdida total de presión

$$TPL = 182,4 + 243,5 = 425,9 \text{ kPa de pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras}$$

NOTA: el flujo total que pasa a través de este ensamblaje de mangueras es inferior a 1.400 L/min, por lo que no es necesario tener en cuenta la pérdida de presión en el cople.

Ejemplo 10

Determine la pérdida de presión por fricción en un ensamblaje de mangueras en el que dos líneas de mangueras de 65 mm de diámetro y 60 metros de longitud cada una, con un flujo de 1.000 L/min están conectadas con un cople "Y" a una manguera de 100 mm y 150 metros de longitud (véase la figura 8.17).

Manguera de 65 mm

C = 3,17 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{litros}}{100} \quad Q = \frac{1.000}{100} \quad Q = 10$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{60}{100} \quad L = 0,6$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(10)^2(0,6) \quad FL = (3,17)(100)(0,6)$$

FL = 190 kPa en cada línea de mangueras de 65 mm

Manguera de 100 mm

C = 0,305 de la tabla 8.3

$$Q_{\text{Total}} = \frac{(L/\text{min en la línea de ataque 1}) + (L/\text{min en la línea de ataque 2})}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = \frac{1.000 + 1.000}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = \frac{2.000}{100} \quad Q_{\text{Total}} = 20$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{150}{100} \quad L = 1,5$$

$$FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2(L) \quad FL = (0,305)(20)^2(1,5)$$

$$FL = (0,305)(400)(1,5)$$

FL = 183 kPa en cada línea de mangueras de 100 mm

Pérdida total de presión

$$TPL = 190 + 183 + 70 = 443 \text{ kPa de pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras}$$

NOTA: el flujo total que pasa a través de este ensamblaje de mangueras es superior a 1.400 L/min, por lo que es necesario sumar 70 kPa correspondientes a la pérdida de presión en el cople.

Líneas de mangueras con siamesas (de igual longitud)

Cuando aumenta el flujo a través de la manguera, se necesita presión adicional para superar la fricción en la misma. Asimismo, cuando se necesitan grandes volúmenes de agua, o cuando los tendidos de mangueras son largos, la pérdida de presión por fricción en la manguera también aumenta. Para mantener la pérdida de presión por fricción dentro de unos límites razonables, los bomberos pueden tender dos o más líneas de mangueras paralelas y conectarlas con una siamesa en un punto cercano al incendio. En el caso de que se conecten dos líneas de mangueras cuya longitud sea idéntica con una siamesa para abastecer a un chorro contraincendios, la pérdida de presión por fricción es aproximadamente un 25 por ciento de la de una línea de manguera única con la misma presión en la boquilla. Cuando el número de líneas de mangueras de igual longitud conectadas con una siamesa es de tres, dicha pérdida corresponde aproximadamente al 10 por ciento de la pérdida de una línea de manguera simple si se mantiene la misma presión en la boquilla.

Existen numerosos métodos para determinar la cantidad de pérdida de presión por fricción en las líneas

de mangueras conectadas con siamesas. El más sencillo consiste en aplicar la ecuación A, que se utiliza para determinar la cantidad de presión que se pierde por causa de la fricción en líneas de manguera única. No obstante, al calcular la pérdida de presión por fricción en líneas conectadas con siamesas, es preciso utilizar coeficientes diferentes (C) a los de las líneas de manguera única. Dichos coeficientes se encuentran en la tabla 8.4. A continuación se detalla el procedimiento paso a paso para determinar la pérdida de presión por fricción en las líneas conectadas con siamesas:

- Paso 1. Calcule la cantidad de centenares de L/min que fluyen aplicando la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{\text{flujo en L/min}}{100}$$
- Paso 2. Determine la pérdida de presión por fricción en la línea de ataque aplicando la ecuación A, ($FL = CQ^2L$). Consulte la tabla 8.3 para obtener el coeficiente para este paso.
- Paso 3. Calcule la pérdida de presión por fricción en las líneas conectadas con siamesas aplicando la ecuación A ($FL=CQ^2L$). Consulte la tabla 8.4 para obtener el coeficiente para este paso.
- Paso 4. Suma la pérdida de presión por fricción de las líneas conectadas con siamesas, de una línea de ataque, 70 kPa de la siamesa (si el flujo total supera los 1.400 L/min) y la presión por altura (si existe) para obtener la pérdida total de presión.

Ejemplo 11

Calcule la pérdida de presión por fricción en un ensamblaje de mangueras con dos mangueras de 77 mm con coples de 65 mm, ambas con una longitud de 300 metros, que se utilizan para abastecer a una siamesa en la que hay conectada una manguera de 100 metros de longitud y 65 mm de diámetro (véase la figura 8.18). Las boquillas de chorro directo de la manguera de 65 mm tienen unos extremos de 32 mm con una presión en la boquilla de 350 kPa.

$$L/\text{min} = 0,067 d^2 \sqrt{NP}$$

$$L/\text{min} = (0,067) (25)^2 (\sqrt{350})$$

$$L/\text{min} = 1.284 \text{ L/min}$$

Línea de ataque de 65 mm

$$C = 3,17 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{1.284}{100} \quad Q = 12,84$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{100}{100} \quad L = 3$$

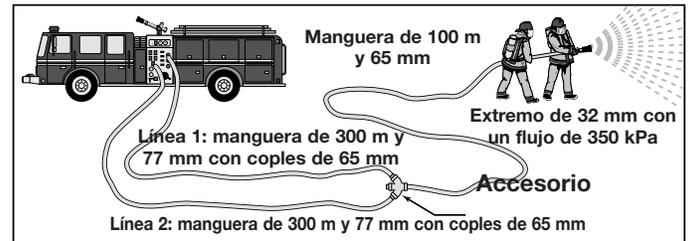


Figura 8.18 Ejemplo 11.

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(12,84)^2(1) \quad FL = (3,17)(164,9)(1)$$

$$FL = 523 \text{ kPa en cada línea de mangueras de 65 mm}$$

Líneas conectadas con siamesas

$$C = 0,316 \text{ de la tabla 8.4}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{1.284}{100} \quad Q = 12,84$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{300}{100} \quad L = 3$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,316)(12,84)^2(3)$$

$$FL = (0,316)(164,9)(3)$$

$$FL = 156,3 \text{ kPa en las líneas conectadas con siamesas}$$

Pérdida total de presión

$$TPL = 523 + 156,3 = 679,3 \text{ kPa de pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras}$$

NOTA: el flujo total que pasa a través de este ensamblaje de mangueras es inferior a 1.400 L/min, por lo que no es necesario tener en cuenta la pérdida de presión en el cople.

Ejemplo 12

Calcule la pérdida total de presión en un ensamblaje de mangueras con dos mangueras de 65 mm, ambas con una longitud de 225 metros, que se utilizan para abastecer a una siamesa en la que hay conectada una manguera de 60 metros de longitud y 65 mm de diámetro. Además, el flujo que pasa por la boquilla de la línea de ataque es de 1.200 L/min y la boquilla está situada a 10 pies por encima de la siamesa.

Línea de ataque de 65 mm

$$C = 3,17 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{1.200}{100} \quad Q = 12$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{60}{100} \quad L = 0,6$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(12)^2(0,6)$$

$$FL = (3,17)(144)(0,6) \quad FL = 274 \text{ kPa}$$

$$EP = 10H$$



Figura 8.19a En algunas conexiones del cuerpo de bomberos se indica la presión de abastecimiento necesaria. *Gentileza del City of Phoenix Department of Development Services (Departamento de servicios de infraestructuras públicas de la ciudad de Phoenix, EE.UU.).*



Figura 8.19b En algunos casos, las instrucciones de bombeo se encuentran en una señal adyacente a la conexión del cuerpo de bomberos. *Gentileza del cuerpo de bomberos de Mount Prospect (Illinois, EE.UU.).*



Figura 8.19c En este ejemplo, cada zona del sistema tiene una presión de toma diferente.. *Gentileza de Bil Murphy.*

$$EP = (10)(10)$$

$$EP = 100 \text{ kPa}$$

$$TPL_{\text{Línea de ataque}} = FL + EP \quad TPL_{\text{Línea de ataque}} = 274 + 100$$

$$TPL_{\text{Línea de ataque}} = 374 \text{ kPa}$$

Líneas conectadas con siamesas

$$C = 0,789 \text{ de la tabla 8.4}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{1.200}{100} \quad Q = 12$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{225}{100} \quad L = 2,25$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,789)(12)^2(2,25)$$

$$FL = (0,789)(144)(2,25)$$

FL = 255,6 kPa en las líneas conectadas con siamesas

Pérdida total de presión

$$TPL = 374 + 255,6 = 629,6 \text{ kPa de pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras}$$

Tendidos de mangueras complejos

Es posible que en las actuaciones en el lugar del incendio, los bomberos se vean obligados a utilizar tendidos de mangueras que pongan a prueba las habilidades matemáticas del conductor/operario. Dichos tendidos, entre los que se encuentran las tuberías montantes, las líneas de mangueras múltiples de diferentes longitudes y conectadas con coples “Y”, las líneas de mangueras con cuadros de válvulas y los chorros maestros, obligan al conductor/operario a realizar cálculos adicionales para determinar la pérdida total de presión.

Tuberías montantes

En la mayoría de casos, los cuerpos de bomberos han prefijado las presiones que el conductor/operario deberá bombear en la conexión del cuerpo de bomberos de un sistema de tuberías montantes. Esas presiones se especifican en los PAN del cuerpo, en la planificación de prevención de incidentes de esa propiedad en concreto o en una placa situada al lado de la conexión del cuerpo de bomberos (véanse las figuras 8.19 a-c). Para poder determinar la presión necesaria para el sistema de tuberías montantes, es preciso determinar antes la pérdida total de presión. El siguiente ejemplo ilustra el método para calcularla. Ante las conexiones del cuerpo de bomberos, hay que proceder del mismo modo que con cualquier otro accesorio para mangueras. Si el flujo supera los 1.400 L/min, añade 70 kPa por la pérdida de presión por fricción de la conexión del cuerpo de bomberos.

Ejemplo 13

Se declara un incendio en el quinto piso de un edificio. La compañía de autobomba se dirige al cuarto piso del edificio y conecta tres mangueras de 15 metros a la manguera de 65 mm en la salida de las tuberías montantes. La manguera está equipada con una boquilla de chorro directo cuyo extremo mide 32 mm de diámetro. The standpipe is 150 mm in diameter. ¿Cuál es la pérdida total de presión por fricción y la presión por altura en el sistema de tuberías montantes y en la manguera conectada?

$$L/\text{min} = 0,067 d^2 \sqrt{NP}$$

$$L/\text{min} = (0,067) (32)^2 (\sqrt{350})$$

$$L/\text{min} = 1.284 \text{ L/min}$$

Pérdida de presión por fricción en la tubería montante

Si cada piso mide 3 metros, se utilizan 9 metros de tubería montante.

$$C = 0,083 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{1.284}{100} \quad Q = 12,84$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{9}{100} \quad L = 0,09$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,083)(12,84)^2(0,09)$$

$$FL = (0,083)(164,9)(0,09)$$

$$\mathbf{FL = 1,23 \text{ kPa en la tubería montante}}$$

Línea de ataque de 65 mm

$$C = 3,17 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{1.284}{100} \quad Q = 12,84$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{45}{100} \quad L = 0,45$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(12,84)^2(0,45)$$

$$FL = (3,17)(164,9)(0,45)$$

$$\mathbf{FL = 235,2 \text{ kPa en cada línea de mangueras de 65 mm}}$$

Pérdida de presión por altura

$$EP = (35)(n.^{\circ} \text{ de plantas} - 1)$$

$$EP = (35)(5 - 1)$$

$$EP = (35)(4)$$

$$EP = 140 \text{ kPa}$$

Pérdida total de presión

$$\mathbf{TPL = 1,23 + 235,2 + 140 = 376,5 \text{ kPa de pérdida total de presión en la tubería montante y en el ensamblaje de mangueras}}$$

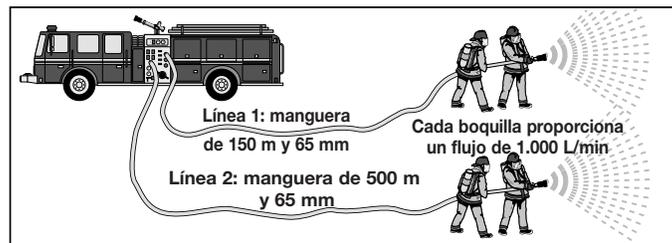


Figura 8.20 Ejemplo 14.

Uno de los objetivos del ejemplo anterior era demostrar que la pérdida de presión por fricción en las tuberías rígidas es mínima. En el ejemplo, la pérdida de presión por fricción en la tubería montante era inferior a 2 kPa. Por tanto, no suele ser necesario calcular esta pérdida de presión por fricción porque su efecto sobre el problema al que se enfrenta el conductor/operario es mínimo. El hecho de que las tuberías rígidas, o las conexiones, presentan una pérdida de presión por fricción mínima es un punto fundamental que debe recordarse en el resto de este manual. Gracias a este principio, pueden utilizarse coples de 65 mm en las mangueras de 77 mm con unas restricciones de flujo mínimas comparadas con las de las mangueras de 77 mm con coples de 77 mm.

Líneas de mangueras múltiples (de diferente longitud)

En algunas ocasiones, se puede producir una situación en la que las líneas de mangueras múltiples de igual o diferente diámetro no tengan la misma longitud. Esa situación puede ser consecuencia de añadir una nueva línea de mangueras al autobomba o de aumentar el tamaño de una línea existente. Cuando se utilizan líneas de diferentes tamaños, la cantidad de pérdida de presión por fricción varía en cada línea. Por ello, es necesario calcularla para cada línea de mangueras.

Ejemplo 14

Dos líneas de mangueras de 65 mm, una de 150 metros de longitud y otra de 100, están equipadas con boquillas nebulizadoras de 1.000 L/min (véase la figura 8.20). ¿Cuál es la pérdida total de presión por fricción en cada línea de mangueras?

Línea 1

$$C = 3,17 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{1.000}{100} \quad Q = 10$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{150}{100} \quad L = 1,5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(10)^2(1,5) \quad FL = (3,17)(100)(1,5)$$

$$\mathbf{FL = 475,5 \text{ kPa en la línea 1}}$$

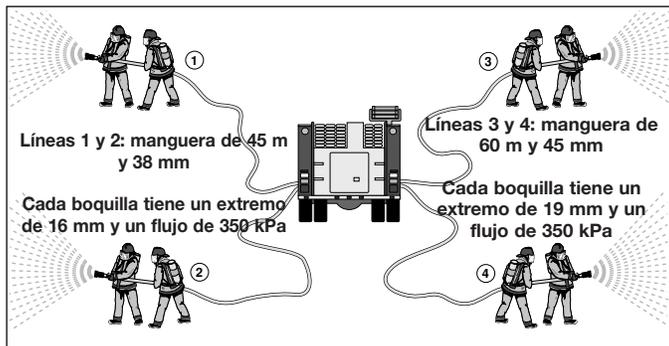


Figura 8.21 Ejemplo 15.

Línea 2

$$C = 3,17 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{1.000}{100} \quad Q = 10$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{100}{100} \quad L = 1$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(10)^2(1) \quad FL = (3,17)(100)(1)$$

FL = 317 kPa en la línea 2

Pérdida total de presión

La pérdida total de presión en el sistema se calcula a partir del valor más alto de la pérdida de las dos líneas, que, en este caso, correspondería a los **475,5 kPa** de la línea 1.

Ejemplo 15

Un autobomba abastece a cuatro líneas. Dos de ellas tienen una longitud de 60 metros y una manguera equipada con un extremo de 19 mm por el que pasa un flujo de 350 kPa; las otras dos tienen una longitud de 45 metros y una manguera de 38 mm de diámetro equipada con un extremo de 16 mm por el que pasa un flujo de 350 kPa; Calcule la pérdida total de presión por fricción en cada línea de mangueras (véase la figura 8.21).

Líneas 1 y 2

$$L/\text{min} = 0,067 d^2 \sqrt{NP}$$

$$L/\text{min} = (0,067) (16)^2 (\sqrt{350})$$

$$L/\text{min} = 320,9 \text{ L/min}$$

$$C = 38 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{320,9}{100} \quad Q = 3,209$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{45}{100} \quad L = 0,45$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (38)(3,209)^2(0,45) \quad FL = (38)(10,3)(0,45)$$

FL = 176,1 kPa en cada línea de mangueras de 38 mm



Figura 8.22a Ladrón de agua.

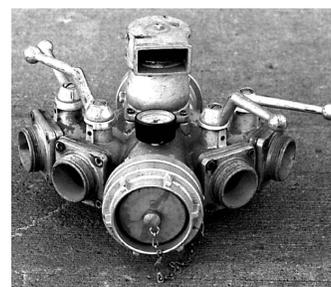


Figura 8.22b Cuadro de válvulas para mangueras de diámetro grande.

Líneas 3 y 4

$$L/\text{min} = 0,067 d^2 \sqrt{NP}$$

$$L/\text{min} = (0,067) (19)^2 (\sqrt{350})$$

$$L/\text{min} = 452,5 \text{ L/min}$$

$$C = 24,6 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{452,5}{100} \quad Q = 4,525$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{60}{100} \quad L = 0,6$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (24,6)(4,525)^2(0,6)$$

$$FL = (24,6)(20,48)(0,6)$$

FL = 302,2 kPa en cada línea de mangueras de 45 mm

Pérdida total de presión

La pérdida total de presión en el sistema se calcula a partir del valor más alto de la pérdida de las dos líneas, que, en este caso, correspondería a los **302,2 kPa** de las líneas 3 y 4.

Líneas de mangueras con coples "Y" (de diferente longitud) y líneas de mangueras con cuadros de válvulas

La suma de las longitudes de las mangueras de una línea de mangueras conectadas con un cople "Y" puede dar como resultado líneas de ataque de diferente longitud. Por regla general, los principios utilizados para determinar la pérdida de presión por fricción en las líneas de mangueras conectadas con coples "Y" y con la misma longitud también se pueden aplicar a las líneas de mangueras conectadas con coples "Y" de diferente longitud. Como la longitud de las líneas de ataque es diferente, la división del flujo total de agua no es igual en el cople. Por ello, es preciso determinar la fricción para cada una de las líneas de diferente longitud conectadas con coples "Y".

Para algunas actuaciones en el lugar del incendio, hay que utilizar accesorios como un ladrón de agua o cuadros de válvulas (véanse las figuras 8.22 a-b). Un ensamblaje de mangueras que disponga de un cuadro

de mangueras suele consistir una línea de mangueras de gran diámetro que abastece a varias líneas de ataque más pequeñas. La longitud y el diámetro de dichas líneas de ataque, como cualquier otro ensamblaje de mangueras, pueden ser iguales o diferentes. Recuerde que cuando la longitud y el diámetro de las líneas de mangueras no son iguales, la pérdida total de presión en el sistema corresponde al valor más alto de cualquiera de las líneas. En las situaciones reales, las líneas de mangueras que necesiten una presión inferior a la presión máxima se conmutan en el cuadro de válvulas. La conmutación de las líneas del cuadro de válvulas de modo que se consiga la presión adecuada en cada línea, es, en el mejor de los casos, una cuestión de azar, a menos que el cuadro de válvulas esté equipado con un manómetro de presión en cada punto de descarga.

Como en el caso de las líneas de mangueras con cople "Y", la pérdida de presión por fricción en un ensamblaje del cuadro de válvulas no es demasiado difícil de calcular. Para calcular la pérdida de presión por fricción en las líneas de mangueras de diferente longitud conectadas con coples "Y" o en las líneas de mangueras con cuadros de válvulas, pueden seguirse los siguientes pasos.

Paso 1. Calcule la cantidad de centenares de L/min que fluyen en cada una de las líneas de mangueras conectadas con un cople "Y" aplicando la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{\text{descarga gpm}}{100}$$

Paso 2. Determine la pérdida de presión por fricción en cada una de las líneas conectadas con cople "Y" aplicando la ecuación A:

$$FL = CQ^2L$$

Paso 3. Calcule la cantidad total de centenares de L/min que fluyen en la línea de abastecimiento hacia el cople "Y" o hacia el cuadro de válvulas sumando los flujos de las líneas de ataque y dividiéndolos por 100.

Paso 4. Determine la pérdida de presión por fricción en la línea de abastecimiento aplicando la siguiente ecuación:

$$FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2(L)$$

Paso 5. Sume la pérdida de presión por fricción de la línea de abastecimiento, del cople o cuadro de válvulas (si el flujo total supera los 1.400 L/min), de la presión por altura, y de la línea conectada con un cople "Y" con la mayor cantidad de pérdida de presión por fricción para determinar la pérdida total de presión.

Los siguientes ejemplos ilustran cómo calcular la pérdida de presión total en un ensamblaje de mangueras conectadas con cople "Y" de diferente longitud y en un ensamblaje de mangueras con cuadro de válvulas.

Ejemplo 16

Calcule la pérdida total de presión debida a la fricción y la presión por altura en un ensamblaje de mangueras en el que una manguera de 120 metros y 77 mm de diámetro con coples de 65 mm abastece a dos líneas de ataque (véase la figura 8.23). La primera línea de ataque consiste en una manguera de 200 pies y de 0,75 pulgadas con un flujo de 600 L/min que se introduce en el edificio por la puerta principal. La segunda línea de ataque es una manguera de 150 pies y de 1,5 pulgadas de diámetro con un flujo de 400 L/min que se coloca encima de una escala para introducirla por una ventana del segundo piso.

Línea de ataque 1 (45 mm)

$$C = 24,6 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{600}{100} \quad Q = 6$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{60}{100} \quad L = 0,6$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (24,6)(6)^2(0,6) \quad FL = (24,6)(36)(0,6)$$

$$FL = 531,4 \text{ kPa en la línea 1}$$

Línea de ataque 2 (38 mm)

$$C = 38 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{400}{100} \quad Q = 4$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{45}{100} \quad L = 0,45$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (38)(4)^2(0,45) \quad FL = (38)(16)(0,45)$$

$$FL = 273,6 \text{ kPa}$$

$$EP = (35)(n.^{\circ} \text{ de plantas} - 1)$$

$$EP = (35)(2 - 1)$$

$$EP = (35)(1)$$

$$EP = 35 \text{ kPa}$$

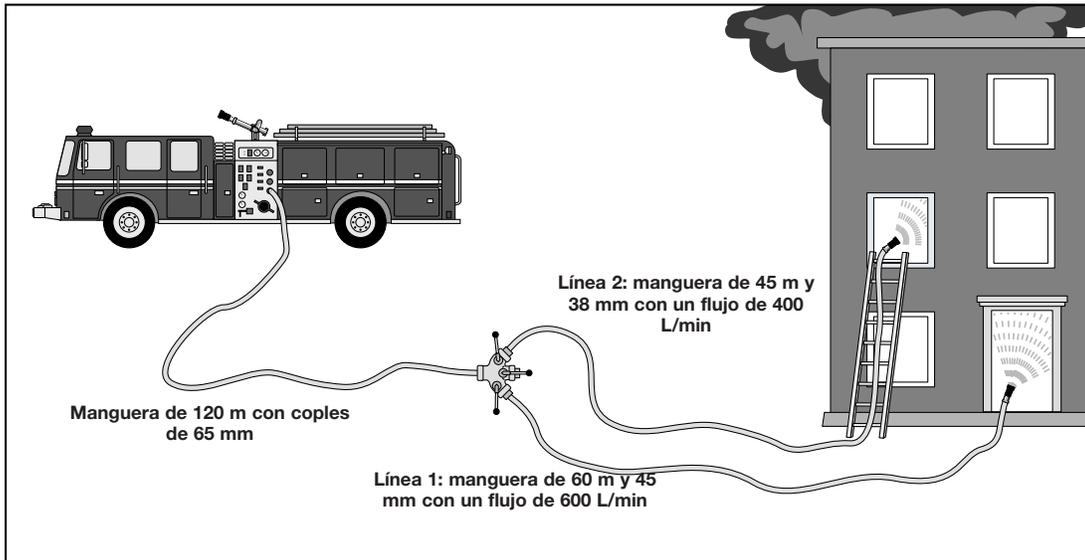
$$TPL = 273,6 + 35 = 308,6 \text{ kPa en la línea de ataque 2}$$

Línea de abastecimiento (77 mm con coples de 65 mm)

$$C = 1,27 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q_{\text{Total}} = \frac{(L/\text{min en la línea de ataque 1}) + (L/\text{min en la línea de ataque 2})}{100}$$

Figura 8.23 Ejemplo 16.



$$Q_{\text{Total}} = \frac{600 + 400}{100} \quad Q_{\text{Total}} = \frac{1.000}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = 10$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{120}{100} \quad L = 1,2$$

$$FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2(L) \quad FL = (1,27)(10)^2(1,2)$$

$$FL = (1,27)(100)(1,2)$$

FL = 152,4 kPa en la línea de abastecimiento

Pérdida total de presión

La pérdida total de presión en el sistema se calcula a partir del valor más alto de pérdida en ambas líneas de ataque, en este caso la línea 1, y a partir de la pérdida de presión por fricción de la línea de abastecimiento. Como el flujo es inferior a 1.400 L/min, no hay que tener en cuenta la pérdida de presión provocada por los accesorios.

TPL = 531,4 + 152,4 = **683,8 kPa en el ensamblaje de mangueras**

Ejemplo 17

Calcule la pérdida total de presión debida a la fricción en un ensamblaje de una línea de mangueras en el que una manguera de 150 metros y 77 mm con coples de 77 mm abastece a tres líneas de ataque que están conectadas a un ladrón de agua. La primera línea de ataque consiste en una manguera de 45 metros y 38 mm con un flujo de 500 L/min. La segunda línea de ataque es una manguera de 30 metros y 38 mm con un flujo de 400 L/min. La tercera es una manguera de 45 metros y de 65 mm con un flujo de 900 L/min.

Línea de ataque 1 (38 mm)

C = 38 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{L/min}}{100} \quad Q = \frac{500}{100} \quad Q = 5$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{45}{100} \quad L = ,045$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (38)(5)^2(0,45) \quad FL = (38)(25)(0,45)$$

FL = 427,5 kPa en la línea 1

Línea de ataque 2 (38 mm)

C = 38 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{L/min}}{100} \quad Q = \frac{400}{100} \quad Q = 4$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{30}{100} \quad L = 0,3$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (38)(4)^2(0,3) \quad FL = (38)(16)(0,3)$$

FL = 182,4 kPa en la línea 2

Línea de ataque 3 (65 mm)

C = 3,17 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{\text{L/min}}{100} \quad Q = \frac{900}{100} \quad Q = 9$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{45}{100} \quad L = 0,45$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(9)^2(0,45) \quad FL = (3,17)(81)(0,45)$$

FL = 115,5 kPa en la línea 3

Línea de abastecimiento (77 mm con coples de 77 mm)

C = 1,06 de la tabla 8.3

$$Q_{\text{Total}} = \frac{(\text{Suma de los L/min de las líneas de ataque 1, 2 y 3})}{100}$$

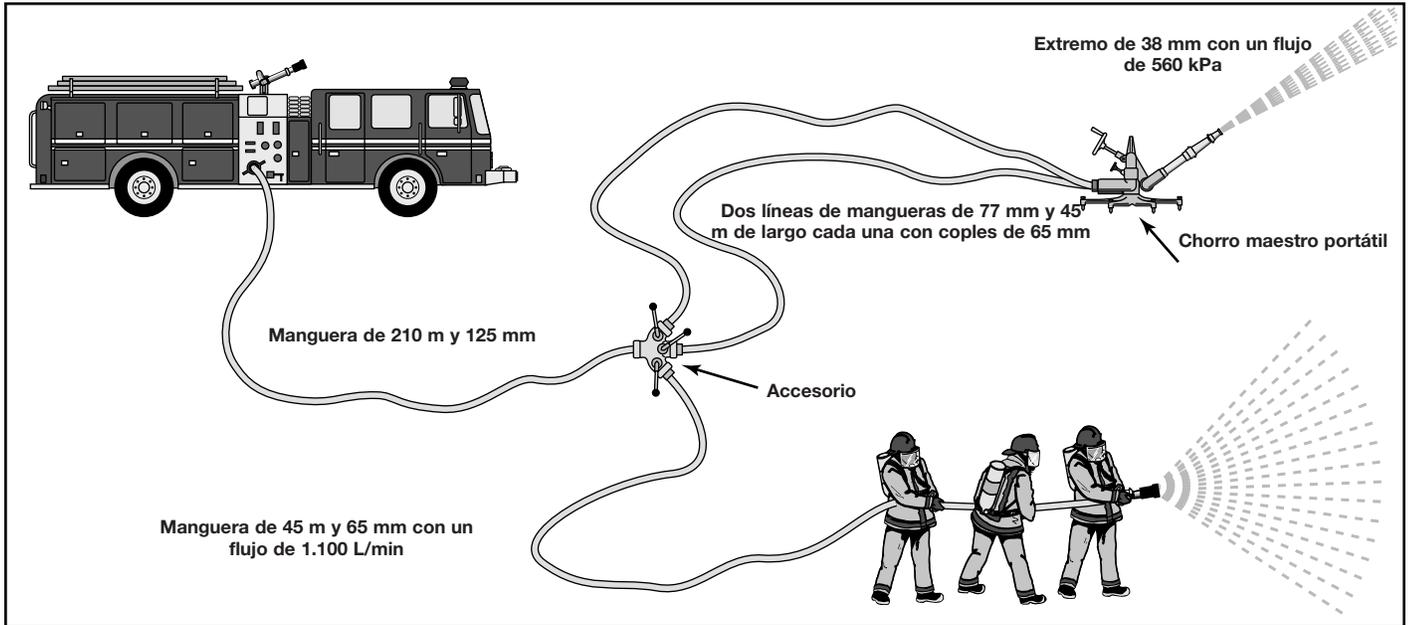


Figura 8.24 Ejemplo 18.

$$Q_{\text{Total}} = \frac{500 + 400 + 900}{100} \quad Q_{\text{Total}} = \frac{1.800}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = 18$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{150}{100} \quad L = 1,5$$

$$FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2(L) \quad FL = (1,06)(18)^2(1,5)$$

$$FL = (1,06)(324)(1,5)$$

$$FL = 515,2 \text{ kPa en la línea de abastecimiento}$$

Pérdida total de presión

La pérdida total de presión en el sistema se calcula a partir del valor más alto de la pérdida de presión de las tres líneas de ataque, en este caso la línea 1, y a partir de la pérdida de presión por fricción de la línea de abastecimiento. Como el flujo total supera los 1.400 L/min, es necesario sumar la pérdida de 70 kPa provocada por los accesorios.

$$TPL = 427,5 + 515,2 + 70 = \mathbf{1.012,7 \text{ kPa de pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras}}$$

Ejemplo 18

Calcule la pérdida total de presión por fricción en un ensamblaje de mangueras en el que una manguera de 210 metros y 125 mm abastece a tres líneas de mangueras que están conectadas a una cuadro de válvulas de gran diámetro (véase la figura 8.24). Dos líneas de mangueras tienen 45 metros de longitud, 77 mm de diámetro y coples de 65 mm que abastecen a un dispositivo de chorro maestro portátil, que descarga 560 kPa a través de un extremo de 38 mm. Añada 175 kPa correspondientes a la

pérdida de presión provocada por los accesorios en el dispositivo de chorro maestro. La tercera línea de mangueras tiene 45 metros de longitud y 65 mm de diámetro y por ella pasa un flujo de 1.100 L/min.

Chorro maestro

$$L/\text{min} = 0,067 \text{ d}^2 \sqrt{NP}$$

$$L/\text{min} = (0,067) (38)^2 (\sqrt{560})$$

$$L/\text{min} = 2.290 \text{ L/min}$$

$$C = 0,316 \text{ de la tabla 8.4}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{2.290}{100} \quad Q = 22,98$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{45}{100} \quad L = 0,45$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,316)(22,9)^2(0,45)$$

$$FL = (0,316)(524,4)(0,45)$$

$$\mathbf{FL = 74,6 \text{ kPa}}$$

$$TPL = 74,6 + 175 = \mathbf{249,6 \text{ kPa en las líneas que abastecen al chorro maestro}}$$

Línea de 65 mm

$$C = 3,17 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{1.100}{100} \quad Q = 11$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{45}{100} \quad L = 0,45$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(11)^2(0,45) \quad FL = (3,17)(121)(0,45)$$

$$\mathbf{FL = 172,6 \text{ kPa en cada línea de mangueras de 65 mm}}$$

Línea de abastecimiento (125 mm)

$C = 0,138$ de la tabla 8.3

$$Q_{\text{Total}} = \frac{(\text{L/min del chorro maestro}) + (\text{L/min de la línea de mano})}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = \frac{2.290 + 1.100}{100} \quad Q_{\text{Total}} = \frac{3.390}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = 33,9$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{210}{100} \quad L = 2,1$$

$$FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2(L) \quad FL = (0,138)(33,9)^2(2,1)$$

$$FL = (0,138)(1.149,2)(2,1)$$

FL = 333 kPa en la línea de abastecimiento

Pérdida total de presión

La pérdida total de presión en el sistema se calcula a partir del valor más alto de la pérdida de presión de las tres líneas de ataque, en este caso las líneas que abastecen al chorro maestro, y a partir de la pérdida de presión por fricción de la línea de abastecimiento. Como el flujo total supera los 1.400 L/min, es necesario sumar la pérdida de 70 kPa provocada por los accesorios.

TPL = 249,6 + 333 + 70 = 652,6 kPa de pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras

Chorros maestros

Los principios en los que se basan los chorros maestros son esencialmente los mismos que los de otros chorros contraincendios. No obstante, los chorros maestros necesitan un volumen de agua mayor que las líneas de mano. Las líneas de mangueras múltiples, las líneas de mangueras conectadas con siamesas y las líneas de manguera única de gran diámetro suelen utilizarse como líneas de abastecimiento para grandes volúmenes de agua. Si un chorro maestro necesita un flujo de agua superior a la capacidad de un solo autobomba, pueden utilizarse varios autobombas para abastecer al accesorio de chorro maestro. Como ya se ha especificado anteriormente en este manual, sume una pérdida de presión de 175 kPa a todos los cálculos en los que intervengan accesorios para chorro maestro.

Los tendidos de mangueras utilizados para abastecer a los chorros maestros son básicamente los mismos que los de otros chorros contraincendios. Por ello, los conceptos utilizados para determinar la pérdida de presión por fricción también son los mismos, excepto cuando se estén utilizando líneas de mangueras de diferente longitud o diámetro para abastecer al accesorio de chorro maestro. Si se da este caso, recurra



Figura 8.25a Puede que sea necesario abastecer a algunos dispositivos de chorro maestro con grandes cantidades de flujo con líneas de mangueras múltiples de gran diámetro.

a la media de la longitud de las mangueras para facilitar los cálculos. Para obtener la media, sume la longitud de todas las mangueras y divídala por la cantidad de mangueras que forman la línea. Aplique los coeficientes para las líneas de mangueras conectadas con coples "Y" especificados en la tabla 8.4 y el flujo total que pasa a través de la boquilla para completar los cálculos de pérdida de presión por fricción. En algunos casos, se utilizan líneas múltiples de igual diámetro pero con longitudes diferentes para las que no hay ninguna combinación de coeficientes en la tabla 8.4. En ese caso, calcule la longitud media de las líneas y presuponga que el volumen de agua que pasa a través de cada manguera es el mismo.

En este manual, los dispositivos elevadizos con tuberías para el agua reciben el mismo tratamiento que los accesorios de chorro maestro: se aplica una pérdida de presión por fricción de 175 kPa para incluir la toma, las tuberías internas y la boquilla. La pérdida de presión por altura se calcula aparte. Si desea resultados exactos, consulte al fabricante del dispositivo elevadizo para que le proporcione datos específicos relativos a la pérdida de presión por fricción o efectúe pruebas *in situ* para obtener los datos necesarios. Si utiliza una tubería desmontable para escala y un ensamblaje de mangueras, la pérdida de presión por fricción en la siamesa (en caso de disponer de ésta), de la manguera y de la tubería para escala también se tendrá que calcular. Los siguientes ejemplos muestran cómo calcular la pérdida total de presión en un tendido de mangueras de chorro maestro.

Ejemplo 19

Determine la pérdida total de presión en un ensamblaje de mangueras cuando se abastece un accesorio de chorro maestro de 12.000 L/min con tres líneas de

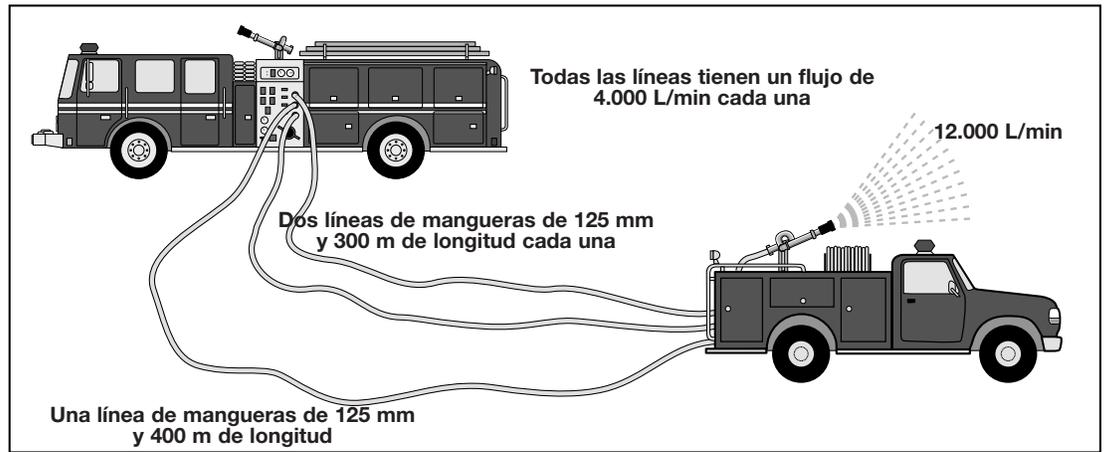


Figura 8.25b Ejemplo 19.

mangueras de 125 mm (véanse las figuras 8.25 a-b). Dos de las líneas de mangueras tienen una longitud de 300 metros y una de ellas, de 400 metros. El flujo que pasa a través de cada línea de mangueras es de 4.000 kPa.

Pérdida de presión por fricción en las líneas de mangueras de 125 mm

$$C = 0,138 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{4.000}{100} \quad Q = 40$$

$$\text{Longitud media } (L_{\text{Med}}) = \frac{(\text{Suma de las longitudes de la manguera})}{3}$$

$$L_{\text{Med}} = \frac{(300 + 300 + 400)}{3} \quad L_{\text{Med}} = 333$$

$$L = \frac{L_{\text{Med}}}{100} \quad L = \frac{333}{100} \quad L = 3,33$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,138)(40)^2(3,33)$$

$$FL = (0,138)(1.600)(3,33)$$

FL = 735 kPa en cada línea de mangueras de 125 mm

Pérdida total de presión

$$TPL = 735 + 175 = \mathbf{910 \text{ kPa de pérdida de presión en el ensamblaje de mangueras}}$$

Ejemplo 20

Un autobomba abastece a una manguera de 135 metros y 115 mm que a su vez abastece a un dispositivo elevadizo con una tubería para el agua. El dispositivo elevadizo está a 20 metros de altura y descarga 3.600 L/min (véase la figura 8.26). Calcule la pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras.

Manguera de 115 mm

$$C = 0,167 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{3.600}{100} \quad Q = 36$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{135}{100} \quad L = 1,35$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,167)(36)^2(1,35)$$

$$FL = (0,167)(1.296)(1,35)$$

$$FL = 292,2 \text{ kPa}$$

Presión por altura

$$EP = (10)(H)$$

$$EP = (10)(20)$$

$$EP = 200 \text{ kPa}$$

Pérdida total de presión

$$TPL = 292,2 + 200 = \mathbf{667,2 \text{ kPa de pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras}}$$

Ejemplo 21

Calcule la pérdida total de presión en un ensamblaje de mangueras en el que un autobomba abastece a dos líneas de mangueras de 77 mm con coples de 65 mm, cada uno de ellos con una longitud de 100 metros. Las líneas de mangueras están conectadas a una siamesa que, a su vez, abastece a una manguera de 30 metros y 90 mm conectada a una tubería desmontable para escala situada a 15 metros de altura y que descarga 560 kPa a través de una boquilla de chorro directo de 45 mm de diámetro.

Chorro maestro

$$L/\text{min} = 0,067 d^2 \sqrt{NP}$$

$$L/\text{min} = (0,067) (45)^2 (\sqrt{560})$$

$$L/\text{min} = 3.211 \text{ L/min}$$

Manguera de 90 mm y chorro maestro

$$C = 0,53 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{3.211}{100} \quad Q = 32,11$$

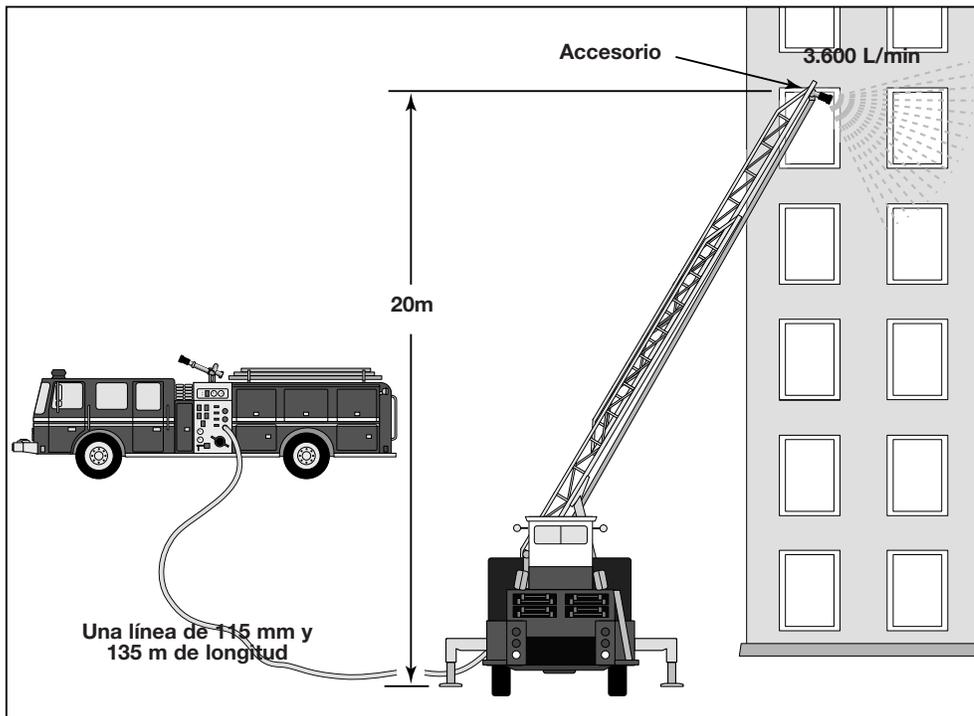


Figura 8.26 Ejemplo 20.

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{30}{100} \quad L = 0,3$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,53)(32,11)^2(0,3)$$

$$FL = (0,53)(1.031)(0,3)$$

$$FL = 164 \text{ kPa}$$

$$EP = (10)(H)$$

$$EP = (10)(15)$$

$$EP = 150 \text{ kPa}$$

$TP_L = FL + EP +$ Pérdida de presión provocada por los accesorios

$$TPL_{90} = 164 + 150 + 175 = 489 \text{ kPa en la manguera de 90 mm y el chorro maestro}$$

Líneas de mangueras de 77 mm y siamesa

$$C = 0,316 \text{ de la tabla 8.4}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{3.211}{100} \quad Q = 32,11$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{300}{100} \quad L = 1$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,316)(32,11)^2(1) \quad FL = (0,316)(1.031)(1) \quad FL = 326 \text{ kPa}$$

$TPL_{77} = FL +$ Pérdida de presión provocada por los accesorios

$$TPL_{77} = 326 + 70 = 396 \text{ kPa en las dos líneas de 77 mm y en la siamesa}$$

Pérdida total de presión

$$TPL = TPL_{90} + TPL_{77}$$

$$TPL = 489 + 396 = 885 \text{ kPa de pérdida de presión en el ensamble de mangueras}$$

Cómo calcular la presión de descarga de la bomba

Durante la aplicación de chorros contraincendios, se ponen a prueba un gran número de las habilidades del conductor/operario. Dichas habilidades permiten que proporcione a los equipos de extinción un chorro contraincendios a la presión adecuada. Con el fin de aprovechar al máximo sus habilidades, el conductor/operario debe saber cuál es la presión de descarga de la bomba y su relación con la presión de la boquilla.

Para hacer llegar el volumen de agua necesario al lugar del incendio, la presión de descarga de la bomba del vehículo tiene que ser suficiente para no verse afectada por la suma de todas las pérdidas de presión. Estas pérdidas, junto con la presión de la boquilla, se utilizan precisamente para calcular la presión de descarga de la bomba. La presión de descarga de la bomba (PDP en sus siglas inglesas) se puede calcular a partir de la siguiente ecuación:

ECUACIÓN D

$$PDP = NP + TPL$$

Donde:

PDP = presión de descarga de la bomba expresada en kPa

NP = presión de la boquilla expresada en kPa

TPL = pérdida total de presión expresada en kPa (pérdida provocada por los accesorios, la fricción y la altura)

Es posible que los vehículos contraincendios que abastecen a líneas de mangueras múltiples, a líneas de mangueras conectadas con coples "Y" o a líneas de mangueras con cuadros de válvulas tengan que proporcionar presiones de descarga de la bomba diferentes para cada línea de ataque. Como esto no es posible, es necesario recurrir a otro método para compensar los requisitos de presión individuales. Establezca la presión de descarga de la bomba para la línea de mangueras que necesite una mayor presión. En el caso de líneas de mangueras múltiples, cierre las otras líneas de mangueras en las salidas de descarga. En el caso de líneas de mangueras conectadas con coples "Y" o con cuadros de válvulas, cierre las líneas de mangueras en el accesorio. Cierre las líneas de mangueras hasta que se obtenga la presión deseada en cada línea. Como ya se ha comentado anteriormente en este capítulo, utilice las siguientes presiones de la boquilla para garantizar la seguridad y la eficacia:

- Boquilla de chorro directo (línea de mano): 350 kPa
- Boquilla de chorro directo (chorro maestro): 560 kPa
- Boquilla nebulizadora (todos los tipos): 700 kPa

Las pérdidas de presión en los chorros maestros elevados y en las tuberías de torre varían en función del fabricante. Como ya se ha comentado anteriormente en este capítulo, para efectuar los cálculos presuponemos que cada uno de estos elementos posee una pérdida de presión de 175 kPa.

En los siguientes ejemplos se muestra cómo calcular la presión de descarga de la bomba utilizando la ecuación D.

Ejemplo 22

Un autobomba abastece a una manguera de 150 metros y de 65 mm por la que pasa un flujo de 1.200 L/min a través de una boquilla de chorro nebulizador. Calcule la presión de descarga de la bomba necesaria para abastecer a la línea de mangueras.

C = 3,17 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{1.200}{100} \quad Q = 12$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{150}{100} \quad L = 1,5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(12)^2(1,5) \quad FL = (3,17)(144)(1,5) \quad \mathbf{FL = 685 \text{ kPa}}$$

Presión de descarga de la bomba

$$PDP = NP + TPL \quad PDP = 700 + 685 \quad \mathbf{PDP = 1.385 \text{ kPa}}$$

Este resultado significa que el autobomba tendrá que descargar 1.385 kPa para que la boquilla reciba la cantidad adecuada de presión. Si el autobomba tuviera una presión entrante de 350 kPa, la bomba sólo tendría que generar 1.035 kPa para compensar la diferencia.

Ejemplo 23

Dos líneas de mangueras de 65 mm, una de 100 metros de longitud y otra de 150, están equipadas con boquillas nebulizadoras de 1.000 L/min. Calcule la presión de descarga de la bomba necesaria para abastecer a las líneas de mangueras (véase la figura 8.27).

Línea de mangueras 1

C = 3,17 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{1.000}{100} \quad Q = 10$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{100}{100} \quad L = 1$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(10)^2(1) \quad FL = (3,17)(100)(1)$$

$$\mathbf{FL = 317 \text{ kPa}}$$

Línea de mangueras 2

C = 3,17 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{1.000}{100} \quad Q = 10$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{150}{100} \quad L = 1,5$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(10)^2(1,5) \quad FL = (3,17)(100)(1,5)$$

$$\mathbf{FL = 475,5 \text{ kPa}}$$

Presión de descarga de la bomba

Utilice la manguera con la mayor pérdida de presión para determinar la PDP:

$$PDP = NP + TPL \quad PDP = 700 + 475,5 \quad \mathbf{PDP = 1.175,5 \text{ kPa}}$$

Establezca la presión de descarga de la bomba para la línea de mangueras que necesite una mayor presión (1.175,5 kPa). Cierre la salida de descarga de

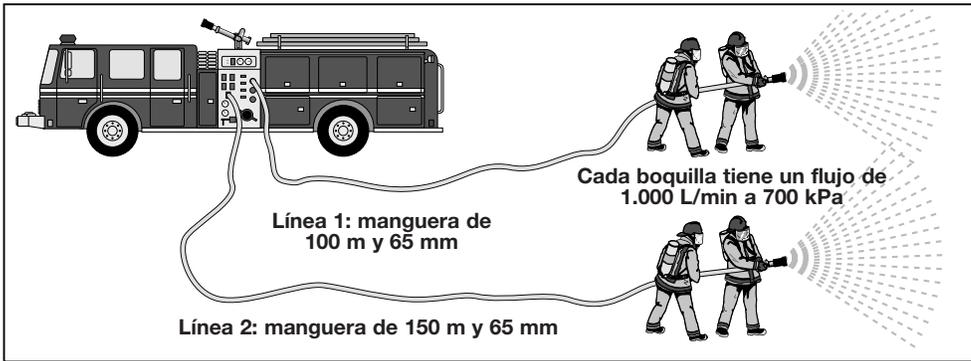


Figura 8.27 Ejemplo 23.

la otra línea de mangueras hasta que se obtenga la presión deseada en la línea. (**NOTE:** cuando se utilicen caudalímetros, cierre hasta que consiga el flujo adecuado.)

Ejemplo 24

Determine la presión de descarga de la bomba de un autobomba del cuerpo de bomberos que utiliza dos líneas de mangueras de 77 mm con coples de 65 mm para abastecer a un dispositivo de chorro maestro con tuberías fijas a 60 metros de distancia. El chorro maestro elevado descarga 4.000 L/min a través de una boquilla nebulizadora que se encuentra a 20 metros de altura.

$$C = 0,316 \text{ de la tabla 8.4}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{4.000}{100} \quad Q = 40$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{60}{100} \quad L = 0,6$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,316)(40)^2(0,6)$$

$$FL = (0,316)(1.600)(0,6)$$

$$FL = 303,4 \text{ kPa}$$

$$EP = (10)(H)$$

$$EP = (10)(20)$$

$$EP = 200 \text{ kPa}$$

TPL = FL + EP + Pérdida de presión provocada por los accesorios

$$TPL = 303,4 + 200 + 175 = 678,4 \text{ kPa de pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras}$$

Presión de descarga de la bomba

$$PDP = NP + TPL \quad PDP = 700 + 678,4 \quad PDP = 1.378,4 \text{ kPa}$$

Ejemplo 25

Calcule la presión de descarga de la bomba en un ensamblaje de una línea de mangueras en el que una manguera de 90 metros y 77 mm con coples de 77 mm

abastece a tres líneas de ataque que están conectadas a un ladrón de agua. La primera línea de ataque consiste en una manguera de 30 metros y 38 mm con un flujo de 500 L/min. La segunda línea de ataque es una manguera de 60 metros y 38 mm con un flujo de 400 L/min. La tercera es una manguera de 45 metros y de 65 mm con un flujo de 1.000 L/min. Todas las boquillas producen chorros nebulizadores.

Línea de ataque 1 (38 mm)

$$C = 38 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{500}{100} \quad Q = 5$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{30}{100} \quad L = 1$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (38)(5)^2(0,3) \quad FL = (38)(25)(0,3)$$

$$FL = 285 \text{ kPa en la línea 1}$$

Línea de ataque 2 (38 mm)

$$C = 38 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{400}{100} \quad Q = 4$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{60}{100} \quad L = 0,6$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (38)(4)^2(0,6) \quad FL = (38)(16)(0,6)$$

$$FL = 365 \text{ kPa en la línea 2}$$

Línea de ataque 3 (65 mm)

$$C = 3,17 \text{ de la tabla 8.3}$$

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{1.000}{100} \quad Q = 10$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{45}{100} \quad L = 0,45$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (3,17)(10)^2(0,45) \quad FL = (3,17)(100)(0,45)$$

$$FL = 142,7 \text{ kPa en la línea 3}$$

Línea de abastecimiento (77 mm con coples de 77 mm)

C = 1,06 de la tabla 8.3

$$Q_{\text{Total}} = \frac{(\text{Suma de los gpm de las líneas de ataque 1, 2 y 3})}{100}$$

$$Q = \frac{500 + 400 + 1.000}{100} \quad Q_{\text{Total}} = \frac{1.900}{100}$$

$$Q_{\text{Total}} = 19$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{90}{100} \quad L = 0,9$$

$$FL = (C)(Q_{\text{Total}})^2(L) \quad FL = (1,06)(19)^2(0,9)$$

$$FL = (1,06)(361)(0,9)$$

FL = 344,4 kPa en la línea de abastecimiento

La pérdida total de presión en el sistema se calcula a partir del valor más alto de la pérdida de presión de las tres líneas de ataque, en este caso la línea 2, y a partir de la pérdida de presión por fricción de la línea de abastecimiento. Como el flujo total supera los 1.400 L/min, es necesario sumar la pérdida de 70 kPa provocada por los accesorios.

TPL = FL_{Ataque} + FL_{Abastecimiento} + Pérdida de presión provocada por los accesorios

$$TPL = 365 + 344,4 + 70 = \mathbf{779,4 \text{ kPa de pérdida total de presión en el ensamblaje de mangueras}}$$

Presión de descarga de la bomba

$$PDP = NP + TPL \quad PDP = 700 + 779,4 \quad \mathbf{PDP = 1.479,4 \text{ kPa}}$$

Establezca la presión de descarga de la bomba para la línea de mangueras que necesite una mayor presión (1.479,4 kPa). Cierre la salida de descarga del ladrón de agua que abastece a la otra línea de mangueras hasta que se obtengan las presiones necesarias.

Ejemplo 26

Calcule la presión de descarga de la bomba en un ensamblaje de mangueras en el que un autobomba abastece a dos líneas de mangueras de 77 mm con coples de 65 mm, cada uno de ellos con una longitud de 60 metros. Las líneas de mangueras están conectadas a una siamesa que, a su vez, abastece a una manguera de 30 metros y 77 mm con coples de 77 mm conectada a una tubería desmontable para escala situada a 20 metros de altura y que descarga 560 kPa a través de una boquilla de chorro directo de 38 mm de diámetro.

Chorro maestro

$$L/\text{min} = 0,067 \text{ d}^2 \sqrt{NP}$$

$$L/\text{min} = (0,067) (38)^2 (\sqrt{560})$$

$$L/\text{min} = 2.290 \text{ L/min}$$

Manguera de 77 mm con coples de 77 mm y chorro maestro

C = 1,06 de la tabla 8.3

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{2.290}{100} \quad Q = 22,9$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{30}{100} \quad L = 0,3$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (1,06)(22,9)^2(0,3)$$

$$FL = (1,06)(524,4)(0,3)$$

FL = 166,8 kPa

$$EP = (10)(H)$$

$$EP = (10)(20)$$

EP = 200 kPa

TPL_{manguera de 77 mm con cople de 77 mm} = FL + EP + Pérdida de presión provocada por los accesorios

$$TPL_{\text{manguera de 77 mm con cople de 77 mm}} = 166,8 + 200 + 175 = \mathbf{541,8 \text{ kPa en la manguera de 77 mm con coples de 77 mm y el chorro maestro}}$$

Líneas de mangueras de 77 mm y siamesa

C = 0,268 de la tabla 8.4

$$Q = \frac{L/\text{min}}{100} \quad Q = \frac{2.290}{100} \quad Q = 22,9$$

$$L = \frac{\text{metros}}{100} \quad L = \frac{60}{100} \quad L = 0,6$$

$$FL = CQ^2L \quad FL = (0,268)(22,9)^2(0,6)$$

$$FL = (0,268)(524,4)(0,6)$$

FL = 84,3 kPa

TPL_{Dos de 77 mm} = FL + Pérdida de presión provocada por los accesorios

$$TPL_{\text{Dos de 77 mm}} = 84,3 + 70 = 154,3 \text{ kPa en las dos líneas de 77 mm y en la siamesa}$$

$$TPL_{\text{Ensamblaje}} = TPL_{77 \text{ mm}/77 \text{ mm}} + TPL_{\text{Dos de 77 mm}}$$

$$TPL_{\text{Ensamblaje}} = 541,8 + 154,3 = \mathbf{696,1 \text{ kPa de pérdida de presión en el ensamblaje de mangueras}}$$

Presión de descarga de la bomba

$$PDP = NP + TPL_{\text{Ensamblaje}} \quad PDP = 560 + 696,1$$

PDP = 1.256,1 kPa

Cómo calcular la presión neta de descarga de la bomba

Para calcular la presión neta de descarga de la bomba, hay que tener en cuenta todos los factores que contribuyen al esfuerzo que tiene que hacer la bomba para producir un chorro contraincendios.

Cuando un autobomba recibe el abastecimiento de agua de un hidrante o de una línea de abastecimiento de otro autobomba, la presión neta de descarga de la bomba es la diferencia entre la presión de descarga de la bomba y la presión entrante del hidrante; por ejemplo, si la PDP es de 1.000 kPa y la lectura del manómetro de entrada es de 350 kPa, la presión neta de descarga de la bomba es de 650 kPa. Para los cálculos, puede utilizarse la siguiente fórmula:

ECUACIÓN E

$$\text{NPDP}_{\text{PPS}} = \text{PDP} - \text{Lectura de entrada}$$

Donde:

NPDP_{PPS} = presión neta de descarga de la bomba desde una fuente de presión positiva

PDP = presión de descarga de la bomba

Tenga presente que esta ecuación no se aplica a situaciones en las que el autobomba realiza actuaciones de succión. Dichas situaciones se explican con más detalle en el capítulo 12 de este manual.

El método para aplicar la ecuación E se explica en el siguiente ejemplo.

Ejemplo 27

Un autobomba conectado a un hidrante descarga agua a 1.700 kPa. El manómetro de entrada indica que la presión entrante desde el hidrante es de 150 kPa. Calcule la presión neta de descarga de la bomba.

$$\text{NPDP}_{\text{PPS}} = \text{PDP} - \text{Lectura de entrada}$$

$$\text{NPDP}_{\text{PPS}} = 1.700 \text{ kPa} - 150 \text{ kPa}$$

$$\text{NPDP}_{\text{PPS}} = 1.550 \text{ kPa}$$

Cálculos hidráulicos en el lugar del incendio

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información para que el lector pueda cumplir los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) edición de 1998. Las partes de los requisitos de rendimiento laboral tratados en este capítulo están marcadas en negrita.

3-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros maestros o de mano eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo, **se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla** y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Depósito interno
- Fuente presurizada
- Fuente estática
- Trasvase de un depósito interno a una fuente externa

(a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;** funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados y de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) **Habilidades requeridas:** posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

3-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y el tamaño de la línea y la presión de entrada y el flujo deseados, bombear una línea de abastecimiento de 65 mm (2,5 pulgadas) o mayor, de modo **que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.**

- (a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;** funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.
- (b) **Habilidades requeridas:** posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

6-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros contraincendios eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo, se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Cisterna de agua
- Fuente presurizada
- Fuente estática

(a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;** funcionamiento seguro de la bomba; colocación adecuada del vehículo; consideraciones de seguridad personal; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión, sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) **Habilidades requeridas:** posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; colocar correctamente el vehículo para llevar a cabo el ataque al

incendio; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

6-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y tamaño de la línea, el flujo de bombeo y la presión de entrada deseada, bombear una línea de abastecimiento, de modo **que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.**

(a) **Conocimientos requeridos: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;**

Reimpreso con la autorización de la NFA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) Copyright© 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

Las fórmulas presentadas y los cálculos realizados en los capítulos 7 y 8 proporcionan al conductor/operario del vehículo contraincendios los conocimientos básicos sobre hidráulica necesarios para la lucha contraincendios. Sin embargo, la sensación de urgencia y el nerviosismo no suelen permitir que el conductor/operario realice estos tipos de cálculos en el lugar de la emergencia. Si se encuentra en el lugar de emergencia, el conductor/operario suele utilizar uno o más de los siguientes métodos para determinar tanto pérdida de presión como la presión necesaria para la descarga de la bomba.

- Caudalímetros
- Calculadoras hidráulicas
- Tablas de bombeo
- Método manual
- Fórmula “Q” resumida
- Flujo en gpm

Caudalímetros

El objetivo de todos los cálculos hidráulicos en el lugar del incendio es descargar la cantidad de agua adecuada desde la boquilla o boquillas utilizadas para combatir el fuego. En el capítulo 8, al igual que en gran parte de este capítulo, el cálculo de la pérdida de presión en el ensamblaje de las mangueras se utiliza para determinar la presión adecuada de descarga de bombeo necesaria para poder abastecer la línea o líneas de mangueras. Sin

funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto y con los sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) **Habilidades requeridas:** posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizar un hidrante contraincendios en una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

embargo, la tecnología mecánica moderna proporciona al conductor/operario una alternativa a este proceso. Los caudalímetros reducen el número de cálculos relacionados con la presión que el conductor/operario debe realizar.

En lugar de indicar la presión de una descarga específica, los caudalímetros proporcionan el flujo de agua en litros por minuto (galones por minuto) (véase la figura 9.1). La cifra que proporciona el caudalímetro hace que no sea necesario realizar más cálculos, ya que indica la cantidad de agua que pasa por la válvula de descarga y, por consiguiente, a través de la boquilla. La cantidad de agua sólo disminuye antes de llegar a la boquilla si se produce un escape o una rotura en la línea de mangueras.

Los caudalímetros son especialmente útiles para las líneas de mangueras o los dispositivos de chorro maestro

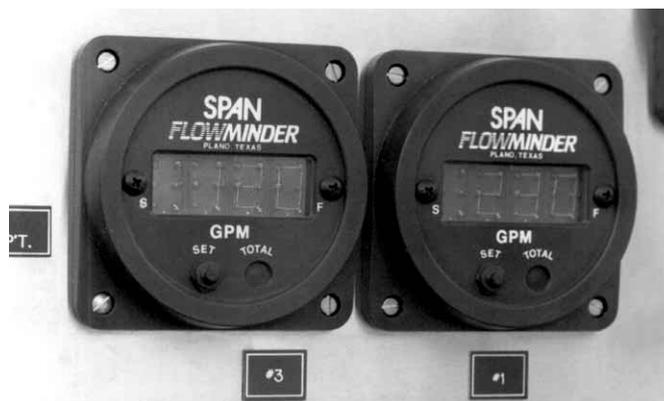


Figura 9.1 Los caudalímetros ahorran muchos cálculos al conductor/operario. *Gentileza de Class 1/Span Instruments.*

equipados con boquillas automáticas. Tal y como se explicó en el capítulo 6, este tipo de boquillas mantiene una presión de boquilla constante de modo automático. Esto hace que el conductor/operario pueda estar suministrando presiones de descarga insuficientes sin saberlo, ya que estas presiones pueden crear un chorro contraincendios que parece aceptable, pero que, en realidad, tiene un flujo muy bajo de litros (galones) por minuto. Si la descarga está equipada con un caudalímetro, al conductor/operario le resulta más sencillo asegurarse de que el flujo es el correcto. Los caudalímetros permiten que el conductor/operario bombee (dentro de los límites de la bomba) el volumen de agua adecuado para las boquillas sin necesidad de conocer la longitud de la línea de mangueras, la pérdida de presión por fricción o si las boquillas están situadas a un nivel superior o inferior al de la bomba. De este modo, el conductor/operario no debe realizar cálculos que, en el mejor de los casos, son aproximaciones de la cantidad de agua que llega a la boquilla.

La NFPA 1901, *Standard for Automotive Fire Apparatus* (Norma para los vehículos motorizados contraincendios), permite que se utilicen caudalímetros en lugar de manómetros de presión en todas las descargas con un diámetro de entre 38 y 77 mm (entre 1,5 y 3 pulgadas). Las descargas de 90 mm (3,5 pulgadas) o mayores pueden estar equipadas con caudalímetros, pero además deben incluir un manómetro de presión. El caudalímetro debe proporcionar una lectura en incrementos de un máximo de 38 L/min (10 gpm) (véase la figura 9.2).

Tipos de caudalímetros

Todos los caudalímetros están diseñados para "indicar" el flujo de agua, pero no todos son iguales. Existen muchos diseños disponibles; algunos más fiables que otros. El cuerpo de bomberos suele utilizar dos tipos básicos de sensores de caudalímetro:

- de molinete
- de resorte

El caudalímetro de molinete fue el primer tipo de caudalímetro que empezó a utilizarse en los vehículos contraincendios. Se monta sobre un tramo recto de tubería de modo que sólo una parte muy pequeña del dispositivo quede situada en el interior del conducto de agua (véase la figura 9.3). Esta ubicación reduce los problemas de obstrucción de flujo y de daños causados por escombros, ya que el molinete está colocado en la parte superior de la tubería y los sedimentos no pueden depositarse en él. A medida que el agua mueve el molinete, un sensor mide la velocidad a la que gira y convierte esta información en la medida del flujo.



Figura 9.2 Los caudalímetros deben proporcionar una lectura en incrementos de al menos 40 L/min (10 gpm).

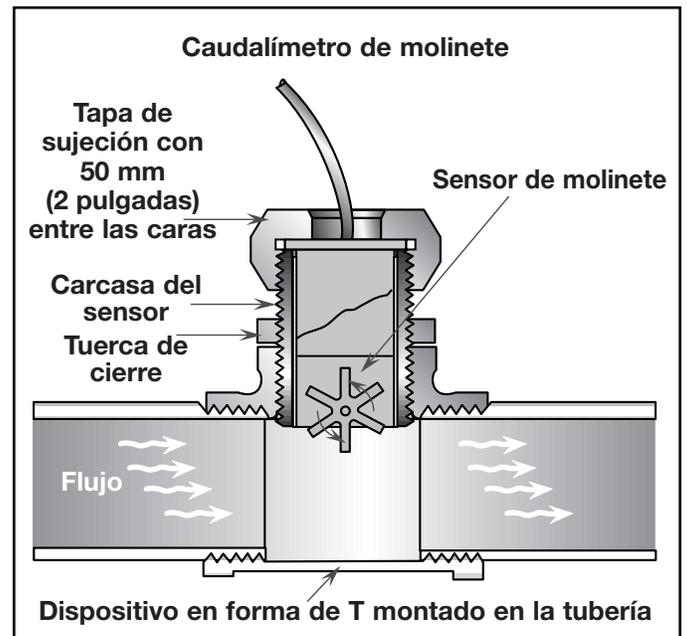


Figura 9.3 Los primeros caudalímetros que se utilizaron en el cuerpo de bomberos tenían un diseño de molinete. Gentileza de Fire Research Corporation.

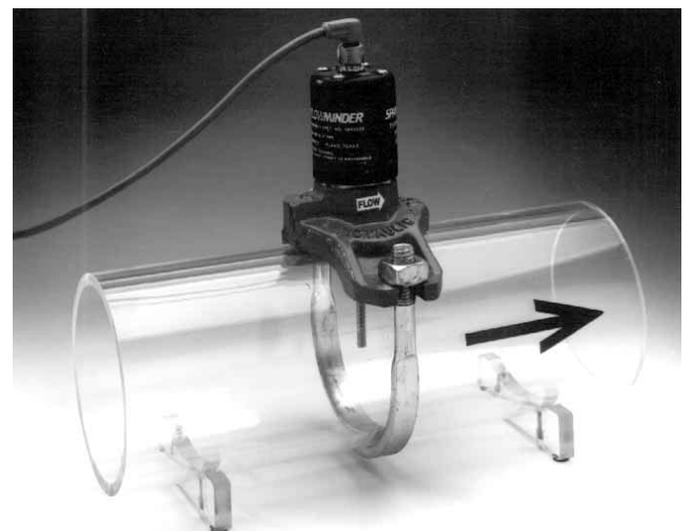


Figura 9.4 El uso del caudalímetro de resorte se ha extendido mucho en los últimos años. Gentileza de Class 1/SPAN Instruments.

En los últimos años, la utilización de caudalímetros de resorte se ha extendido en el cuerpo de bomberos. Este tipo de caudalímetro utiliza un resorte de acero inoxidable como sensor del movimiento del agua en la tubería de descarga (véase la figura 9.4). Cuanto mayor sea el flujo de agua a través de la tubería, más se doblará el resorte. Entonces la carga eléctrica correspondiente al flujo se envía a la unidad de pantalla digital. Puesto que el resorte es la única parte móvil del sistema, estos dispositivos apenas necesitan mantenimiento.

Si están bien calibrados y en buenas condiciones de funcionamiento, los caudalímetros deben dar una información precisa con un margen de error de un $\pm 3\%$. Esto significa que, si tenemos un flujo de 400 L/min (100 gpm), la lectura del caudalímetro no puede ser ni superior ni inferior a esta cifra en más de 12 L (3 galones).

Todas las descargas equipadas con un caudalímetro disponen de una pantalla digital para la lectura situada a una distancia de 150 mm (6 pulgadas) de la válvula de control para esa descarga. Además, algunos vehículos están equipados con un dispositivo de control central del caudalímetro que ofrece al conductor/operario múltiples opciones. Algunas de las informaciones que este dispositivo puede proporcionar son:

- El flujo que pasa a través de alguna descarga concreta en ese momento
- La cantidad total de agua que fluye a través de la bomba en ese momento
- La cantidad total de agua que ha fluido a través de una bomba durante un incidente determinado

Aplicaciones del caudalímetro

El caudalímetro puede utilizarse para múltiples aplicaciones que pueden ser de gran ayuda para el conductor/operario. Las siguientes secciones describen algunas de estas aplicaciones.

Identificación de problemas en el flujo de agua

El caudalímetro puede utilizarse como una herramienta para identificar problemas en el flujo de agua. Si el flujo no aumenta cuando el conductor/operario incrementa la presión, puede ser por varios motivos. Por ejemplo, podría deberse a que la manguera está doblada o a que alguna válvula en medio de la línea (como un cople "Y" conmutado) está parcialmente cerrada. Si un bombero informa de que el volumen del agua en la boquilla ha disminuido repentinamente pero la lectura del caudalímetro no lo indica, se puede deducir que la manguera ha reventado.

Bombeo en serie

La utilización de un caudalímetro durante el bombeo en serie permite suministrar agua a una línea de

abastecimiento sin necesidad de saber la cantidad de litros (galones) que descarga el autobomba receptor de agua. Esto se consigue controlando el manómetro de la descarga maestra y el caudalímetro a medida que se va abriendo cada vez más el regulador durante la fase de preparación de la actuación. A medida que aumenta la velocidad del motor (rpm), también lo hacen la descarga y la lectura en L/min (gpm) del caudalímetro. Aumente la velocidad del motor hasta que la lectura del caudalímetro deje de crecer. De este modo, la bomba queda fijada a la presión de descarga correcta para suministrar el flujo adecuado al autobomba receptor. Asimismo, indica al conductor/operario el volumen de agua que utiliza el autobomba receptor. Aunque observar el caudalímetro resulta útil, debe observarse también el manómetro de presión de la toma maestra. No deje que la presión de entrada caiga muy por debajo de 140 kPa (20 lb/pulg²). Si desea más información sobre el bombeo en serie, consulte el capítulo 13 de este manual.

Actuaciones con tuberías montantes

Cuando se bombea agua hacia tuberías montantes, resulta difícil determinar dónde se colocan las líneas de mangueras y las boquillas en un edificio con varias plantas. A la hora de calcular las presiones de descarga, hay que tener en cuenta las pérdidas de presión debidas a la elevación. Este problema se agrava si se utilizan boquillas automáticas, ya que este tipo de boquillas compensa las presiones de boquilla inadecuadas proporcionando un chorro que puede no tener el volumen adecuado para controlar el incendio.

Si se utiliza un caudalímetro, puede resolverse el problema determinando el número y el tipo de boquillas que están conectadas a la tubería montante, sumando sus flujos máximos fijados y bombeando el volumen de agua que se coincide con esa cifra. Tomemos como ejemplo tres paquetes de mangueras que se transportan a tres plantas diferentes. El primer paquete de mangueras de 65 mm (2,5 pulgadas) está equipado con una boquilla nebulizadora de 1.200 L/min (300 gpm). El segundo paquete está equipado con una boquilla de chorro recto de 29 mm (0,125 pulgadas) (flujo deseado = 1000 L/min

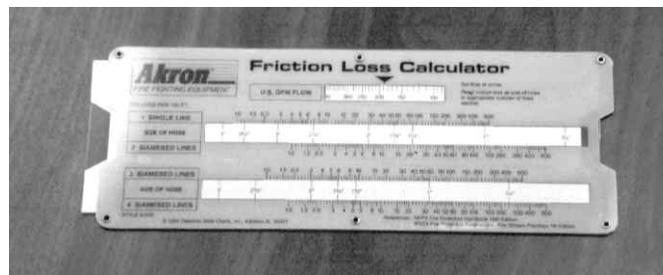


Figura 9.5 Los fabricantes de mangueras y dispositivos suelen facilitar a sus clientes calculadoras mecánicas para calcular la pérdida de presión por fricción. *Gentileza de Akron Brass Company.*

[250 gpm]). Por último, el tercer paquete es de 45 mm (0,33 pulgadas) y está equipado con una boquilla automática (flujo deseado = 600 L/min [150 gpm]). El flujo total máximo para las tres boquillas suma 2.800 L/min (700 gpm). Por tanto, el operario debe aumentar el flujo en las descargas que abastecen la conexión del cuerpo de bomberos hasta alcanzar ese flujo.

Es importante que el conductor/operario esté en contacto con los bomberos situados en las boquillas para garantizar que las presiones de la boquilla (y las reacciones) son las adecuadas. , ya que es posible que las boquillas colocadas en pisos superiores reciban una presión superior o inferior a la adecuada. Esto supone un problema, independientemente del método que se utilice, que debe corregirse mediante la comunicación entre el personal.

Asimismo, es importante que el conductor/operario se dé cuenta de que, aunque la línea de mangueras esté cargada, no habrá flujo en el sistema hasta que se abra la boquilla. Por tanto, el conductor/operario, mediante su experiencia y entrenamiento, debe ser capaz de fijar la bomba a una presión de descarga relativamente próxima a la presión que se necesita cuando fluye agua por la boquilla. Cuando la boquilla está totalmente abierta y pasa agua por ella, el conductor/operario puede ajustar la presión de descarga hasta que consiga la cantidad de flujo adecuada.

Calculadoras hidráulicas

Las calculadoras hidráulicas permiten al conductor/operario determinar la presión de descarga de la bomba que se necesita para abastecer un tendido de mangueras sin necesidad de realizar mentalmente complicados cálculos hidráulicos. Existen tres tipos de calculadoras hidráulicas: manual, mecánica y electrónica. Las calculadoras manuales y mecánicas funcionan desplazando una regla sobre una tabla en la que se indican el flujo del agua, el tamaño de la manguera y la longitud del tendido de mangueras (véase la figura 9.5). Si se alinean estos elementos del modo adecuado, el conductor/operario puede obtener la presión de descarga necesaria que debe proporcionar la bomba. Los fabricantes de boquillas y mangueras suelen facilitar este tipo de instrumentos a los cuerpos de bomberos. Si desea más información acerca de estos dispositivos, consulte a su proveedor local de equipos para la lucha contraincendios.

Algunos vehículos pueden estar equipados con calculadoras hidráulicas electrónicas. Se trata de dispositivos especialmente programados que permiten al conductor/operario introducir la información conocida:

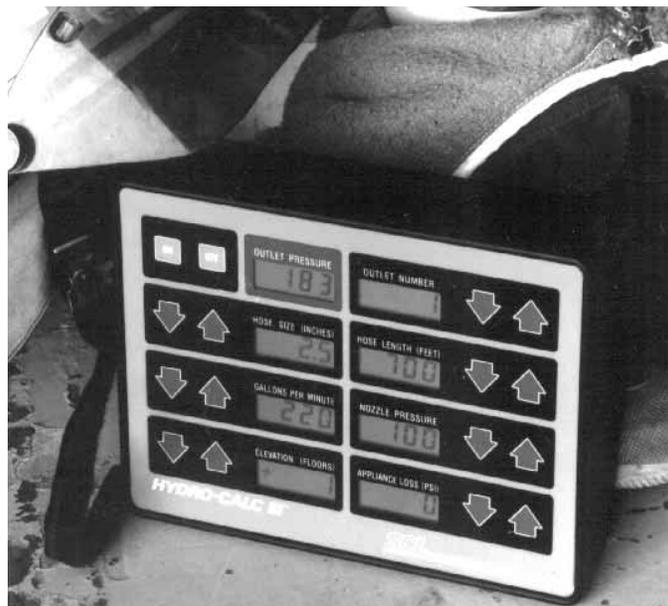


Figura 9.6 En el pasado, se encontraban disponibles calculadoras automáticas de pérdida de presión por fricción. Las empresas que fabrican este tipo de calculadoras se crean y luego desaparecen con frecuencia; sin embargo, estos dispositivos aún se utilizan en algunas jurisdicciones. La empresa que fabricó este dispositivo ya no existe.

flujo de agua, tamaño de la manguera, longitud del tendido y cambios en la elevación. Mediante fórmulas preprogramadas ya sean de fábrica o de otro software disponible, la calculadora calcula la presión de descarga que debe proporcionar la bomba. Estas calculadoras pueden ser portátiles o pueden estar montadas cerca del panel de la bomba (véase la figura 9.6). Las calculadoras electrónicas programables baratas pueden preprogramarse para realizar cálculos en el lugar del incendio y transportarse en el vehículo.

Tablas de bombeo

Con el fin de reducir la necesidad de realizar cálculos en el lugar de la emergencia, los cuerpos de bomberos utilizan tablas de bombeo. Estas tablas contienen las presiones de descarga que debe proporcionar la bomba para varios tendidos de mangueras y ensamblajes utilizados en una jurisdicción concreta. Pueden colocarse en hojas laminadas que se transportan en el vehículo o en placas colgadas del panel de la bomba. Los cuerpos de bomberos pueden optar por desarrollar sus propias tablas de bombeo o por utilizar las tablas que facilitan los fabricantes de mangueras o de boquillas.

Para crear y utilizar una tabla de bombeo, es importante comprender los títulos de las columnas. La columna de las boquillas sólo debe incluir las boquillas y los dispositivos que utiliza el cuerpo que desarrolla la tabla. Asimismo, deben incluirse otras aplicaciones del tendido de mangueras como las actuaciones de apoyo a

Tabla 9.1
Tabla de bombeo

Boquillas	L/min (gpm)	NP en kPa (lb/pulg ²)	FL en kPa (lb/pulg ²)	15 m (50 p)	30 m (10 p)	45 m (150 p)	60m (200 p)	75m (250 p)
Líneas Nodrizas	37,8 (10)	700 (100)	120 (17)	33 (109)	35 (117)	38 (126)	41 (134)	43 (143)
	45,4 (12)	700 (100)	160 (23)	34 (111)	38 (123)	41 (134)	44 (146)	48 (157)
	75,7 (20)	700 (100)	365 (53)	38 (127)	46 (153)	55 (180)	63 (206)	71 (233)
	83,2 (22)	700 (100)	430 (62)	40 (131)	49 (162)	59 (194)	68 (225)	—
	87 (23)	700 (100)	460 (67)	40 (134)	50 (167)	61 (201)	72 (235)	—
	113,5 (30)	700 (100)	745 (108)	46 (154)	63 (208)	—	—	—
Líneas nebulizadoras e 38mm (1,5 pulg)	473,1 (125)	700 (100)	365 (53)	38 (127)	46 (153)	55 (180)	63 (207)	71 (233)
	378,5 (100)	700 (100)	240 (35)	35 (117)	40 (135)	46 (152)	51 (169)	57 (187)
	359,6 (95)	700 (100)	215 (31)	35 (116)	39 (131)	45 (147)	50 (163)	54 (179)
	227,1 (60)	700 (100)	90 (13)	32 (107)	34 (113)	36 (120)	38 (126)	40 (133)
	113,5 (30)	700 (100)	30 (4)	31 (102)	32 (104)	32 (106)	33 (107)	33 (109)
Líneas de espuma de 38 mm (1,5 pulg)	Conecte a la bomba una manguera de 38 mm (1,5 pulg) de diámetro y de 15 m (50 p) de longitud. A continuación, coloque el tubo eductor, a un 3% para los incendios de hidrocarburos y a un 6% para los incendios de disolventes polares. Cambie el tubo eductor de agua a espuma y conéctelo a una manguera de 38 mm (1,5 pulg) de diámetro y 30 m (100 p) de longitud con a una boquilla con capacidad para 227 L/min (60 gpm). Introduzca el tubo eductor en el cubo de espuma cuando esté listo para aplicar la espuma. La presión del motor deberá ser de 1.400 kPa (200 lb/pulg ²). No aumente ni disminuya esta presión, ni cambie el flujo fijado de la boquilla. No cierre la boquilla mientras el tubo eductor esté todavía dentro del cubo de espuma. Si se utiliza un patrón del 3%, se consumirá una lata de espuma cada dos minutos. En cambio, si utiliza un 6%, se utilizará una lata de espuma cada minuto.							
Líneas nebulizadoras de 65 mm (2,5 pulg)	946,3 (250)	700 (100)	105 (15)	33 (108)	35 (115)	37 (123)	40 (130)	42 (138)
	757(200)	700 (100)	70 (10)	32 (105)	33 (110)	35 (115)	36 (120)	38 (125)
	567,8 (150)	700 (100)	40 (6)	31 (103)	(32)106	33 (109)	34 (112)	35 (115)
	454,2 (120)	700 (100)	30 (4)	31 (102)	31 (104)	32 (106)	33 (108)	33 (110)
Líneas de 38 mm (1,5 pulg) con cople "Y"	45 m (150 p)	2x113,5 (2x30)	730 (106)	90 (13)	34 (113)	36 (119)	38 (126)	40 (132)
	75 m (250)	2x113,5 (2x30)	750(109)	90 (13)	35 (116)	37 (122)	39 (129)	41 (135)
	45 m (150)	227,1x2 (2x60)	830(120)	340 (49)	44 (145)	51 (169)	59 (194)	66 (218)
								74 (243)
Líneas con cople "Y" de 65 mm (2,5 pulg)	(manguera de 38 mm y 46 m [1,5 pulg y 150 pies]) Suponga metros de 65 mm de diámetro (pies de 2,5 pulg de diámetro)							
	2x473,1 (2x125)	1240 (180)	105 (15)	57 (186)	59 (194)	61 (201)	64 (209)	66 (216)
	2x378,5 (2x100)	1050 (152)	70 (10)	48 (157)	49 (162)	51 (167)	52 (172)	54 (177)
	2x359,6 (2x95)	1015 (147)	60 (9)	46 (152)	48 (156)	49 (161)	50 (165)	52 (170)
	227,1x2 (2x60)	830 (120)	30 (4)	37 (122)	38 (124)	38 (126)	39 (128)	40 (130)
	2x113,5 (2x30)	730 (106)	5 (1)	32 (106)	32 (107)	32 (107)	33 (108)	33 (108)
En serie 946,3 L/min (250 gpm)	25-65 mm (1-2,5 pulg)	946,3 (250)	140 (20)	105 (15)	8 (28)	11 (35)	13 (43)	15 (50)
	50-65 mm (2-2,5 pulg)	946,3 (250)	140 (20)	30 (4)	7 (22)	7 (24)	8 (26)	8 (28)
En serie 1.419,5 L/min (375 gpm)	25-65 mm (1-2,5 pulg)	1.419,5 (375)	140 (20)	220 (32)	11 (36)	15 (52)	21 (68)	26 (84)
	50-65 mm(2-2,5 pulg)	1.419,5 (375)	140 (20)	60 (9)	7 (24)	8 (29)	10 (33)	11 (38)
En serie 1.892,7 L/min (500 gpm)	25-65 mm (1-2,5 pulg)	1.892,7 (500)	140 (20)	380 (55)	14 (48)	23 (75)	31 (103)	40 (130)
	50-65 mm (2-2,5 pulg)	1.892,7 (500)	140 (20)	105 (15)	8 (28)	10 (35)	13 (43)	15 (51)
En serie 2.839 L/min (750 gpm)	25-65 mm (1-2,5 pulg)	2.839 (750)	140 (20)	830 (120)	24 (80)	43 (140)	61 (200)	—
	50-65 mm(2-2,5 pulg)	2.839 (750)	140 (20)	230 (33)	11 (37)	16 (53)	21 (70)	26 (87)
En serie 3.785 L/min (1.000 gpm)	25-65 mm (1-2,5 pulg)	3.785 (1.000)	140 (20)	1450 (210)	38 (125)	70 (230)	—	—
	50-65 mm(2-2,5 pulg)	3.785 (1.000)	140 (20)	400 (58)	14 (48)	24 (78)	32 (107)	42 (137)
								50 (166)

Tabla 9.1
Tabla de bombeo

90m (300 p)	120m (400 p)	150 m (500 p)	180m (600 p)	120 m (700 p)	240 m (800 p)	270 m (900 p)	300 m (1000 p)	Máximo en metros (pies)
46 (151)	51 (168)	57 (186)	61 (203)	67 (220)	72 (237)	—	—	259 (850)
51 (168)	58 (191)	65 (214)	72 (237)	—	—	—	—	198 (650)
—	—	—	—	—	—	—	—	76 (250)
—	—	—	—	—	—	—	—	61 (200)
—	—	—	—	—	—	—	—	61 (200)
—	—	—	—	—	—	—	—	30 (100)
—	—	—	—	—	—	—	—	76 (250)
62 (204)	73 (239)	—	—	—	—	—	—	122 (400)
59 (194)	69 (226)	—	—	—	—	—	—	137 (450)
42 (139)	46 (152)	50 (166)	54 (179)	58 (192)	62 (205)	66 (218)	70 (231)	335 (1.100)
34 (111)	35 (115)	36 (118)	37 (122)	38 (126)	39 (129)	40 (133)	42 (137)	1.234 (4.050)
44 (145)	49 (160)	53 (175)	58 (190)	62 (205)	67 (220)	72 (235)	76 (250)	300 (1000)
40 (130)	43 (140)	46 (150)	49 (160)	52 (170)	55 (180)	58 (190)	61 (200)	(457) 1.500
36 (118)	38 (124)	40 (130)	41 (136)	43 (142)	45 (148)	47 (154)	49 (160)	762 (2.500)
34 (112)	35 (116)	36 (120)	38 (124)	39 (129)	40 (133)	42 (137)	43 (141)	1.112 (3.650)
44 (145)	48 (158)	52 (171)	56 (184)	60 (197)	64 (210)	68 (223)	72 (236)	335 (1.100)
45 (148)	49 (161)	53 (174)	57 (187)	61 (200)	65 (213)	69 (226)	73 (239)	320 (1.050)
—	—	—	—	—	—	—	—	76 (250)
68 (224)	70 (231)	—	—	—	—	—	—	122 (400)
55 (182)	58 (192)	61 (202)	65 (212)	68 (222)	71 (232)	74 (242)	—	289 (950)
53 (174)	56 (183)	59 (193)	61 (202)	64 (211)	67 (220)	70 (229)	72 (238)	335 (1.100)
40 (132)	41 (136)	43 (140)	44 (144)	45 (149)	47 (153)	48 (157)	49 (161)	960 (3.150)
33 (109)	33 (109)	33 (110)	34 (111)	34 (112)	34 (113)	35 (114)	35 (116)	3993 (13.100)
20 (65)	24 (80)	29 (95)	33 (110)	38 (125)	43 (140)	47 (155)	52 (170)	457 (1.500)
10 (32)	11 (37)	12 (41)	14 (45)	15 (49)	16 (53)	17 (57)	19 (62)	1.676 (5.500)
35 (116)	45 (148)	54 (179)	64 (211)	74 (243)	—	—	—	213 (700)
14 (47)	17 (55)	19 (64)	22 (73)	25 (82)	28 (91)	30 (100)	33 (109)	777 (2.550)
56 (185)	73 (240)	—	—	—	—	—	—	122 (400)
20 (66)	25 (81)	29 (96)	34 (112)	39 (127)	43 (142)	48 (157)	53 (173)	457 (1.500)
—	—	—	—	—	—	—	—	46 (150)
36 (120)	47 (153)	57 (187)	67 (220)	—	—	—	—	198 (650)
—	—	—	—	—	—	—	—	30 (100)
59 (195)	—	—	—	—	—	—	—	107 (350)

Tabla 9.1
Tabla de bombeo

Boquillas	L/min (gpm)	NP en kPa (lb/pulg ²)	FL en kPa (lb/pulg ²)	15 m (50 p)	30 m (10 p)	45 m (150 p)	60m (200 p)	75m (250 p)
Sistemas de rociador			1.050 kPa (150 lb/pulg ²)					
Sistemas de tuberías montantes								
Nebulizadora de 25-38 mm (1-1,5 pulg)	473,1 (125)	1.240 (180)	5 (1)	67 (220)	67 (221)	67 (221)	68 (222)	68 (222)
Nebulizadora de 50-38 mm (2-1,5 pulg)	1.419,5 (250)	1.240 (180)	4 (30)	67 (222)	68 (224)	69 (226)	69 (228)	50 (230)
25-38 mm y 25-65 mm (1-1,5 y 1-2,5 pulg)	1.892,7 (375)	1.240 (180)	9 (60)	68 (225)	70 (229)	71 (234)	72 (238)	74 (243)
Nebulizadora de 25-65 mm (1-2,5 pulg)	1.419,5 (250)	850(123)	4 (30)	50 (165)	51 (167)	51 (169)	52 (171)	53 (173)
Nebulizadora de 50-65 mm (2-2,5 pulg)	2.839 (500)	850 (123)	15 (105)	52 (171)	54 (178)	57 (186)	59 (193)	61 (201)
Pérdida/aumento de presión por altura	10 kPa (0,5 lb/pulg ²) por 0,3 m (1 pie)							
Presión máxima del motor 1725 kPa (250 lb/pulg²).								
<i>Tabla de bombeo de muestra. Gentileza del Cuerpo de bomberos de Verdi, Nevada (EE.UU).</i>								

sistemas rociadores o actuaciones de bombeo en serie. La columna de los L/min (gpm) indica el flujo que se suministra a la boquilla o al tendido. La columna NP (presión de la boquilla) indica la presión de la boquilla que se produce. Las columnas cuyo título son números (30, 60 [100, 200], etc.) indican el número de metros (pies) de manguera utilizados para abastecer una boquilla o un tendido determinados.

Para utilizar la tabla, hay que situarse en la columna de la boquilla y encontrar la boquilla o el tendido que se utiliza (tabla 9.1). A continuación, es necesario seguir la línea a lo largo de la columna vertical correspondiente al número de metros (pies) de manguera del tendido. La cifra que se encuentra en el punto donde se cruzan la fila y la columna es la presión necesaria para la descarga de la bomba.

El primer paso para elaborar una tabla de bombeo es identificar todas las boquillas, dispositivos y tendidos utilizados por el cuerpo e introducirlos en la columna de boquillas. A continuación, hay que introducir el flujo en L/min (gpm) y la presión de la boquilla deseada para cada uno de los elementos en las columnas correspondientes. Si, por ejemplo, un dispositivo de chorro maestro puede abastecerse con una manguera de 65 mm (2,5 pulgadas) o con una de 77 mm (3 pulgadas), cree entradas separadas para cada uno de los tendidos en la columna de las boquillas, tal y como se hace en la tabla de muestra.

El segundo paso consiste en calcular las presiones de descarga que debe suministrar la bomba para cada uno

de los tendidos de la lista (utilizando las fórmulas y las tablas que se han facilitado en los capítulos anteriores o las cifras obtenidas a través de las pruebas de campo). Para hacer esos cálculos, siga las siguientes normas:

- Asegúrese de incluir la pérdida de presión por fricción en los dispositivos de chorro maestro que descargan más de 1.400 L/min (350 gpm).
- Para las líneas de mangueras conectadas con cople “Y”, los números de la longitud del tendido indican los metros (pies) de manguera entre el autobomba y el cople. (Si se utiliza como una unidad premontada, la manguera de ataque que sale del cople “Y” es constante, por lo que no es un factor que sirva para determinar la longitud del tendido.)
- Si una boquilla de chorro maestro puede abastecerse utilizando diferentes cantidades o tamaños de líneas de mangueras, indíquelo en la tabla.
- Redondee la presión de descarga de bombeo en unidades de 35 kPa (5 lb/pulg²).
- No ponga en la lista las presiones de descarga de la bomba que sobrepasen la presión de prueba para el tamaño de manguera específico.
- Cuando calcule las presiones de descarga de la bomba para las actuaciones de bombeo en serie, proporcione las presiones residuales establecidas por el cuerpo en la toma de entrada del autobomba que se está abasteciendo. La presión residual puede indicarse en la tabla del mismo modo que la presión de la boquilla.

Tabla 9.1
Tabla de bombeo

90m (300 p)	120m (400 p)	150 m (500 p)	180m (600 p)	120 m (700 p)	240 m (800 p)	270 m (900 p)	300 m (1000 p)	Máximo en metros (pies)
68 (224)	68 (225)	69 (226)	69 (227)	69 (228)	70 (230)	70 (231)	71 (232)	762 (2.500)
71 (232)	72 (236)	73 (240)	74 (244)	75 (248)	—	—	—	228 (750)
75 (247)	—	—	—	—	—	—	—	91 (300)
53 (175)	54 (179)	56 (183)	57 (187)	58 (191)	59 (195)	60 (199)	62 (203)	62 (2.150)
63 (208)	68 (223)	72 (238)	—	—	—	—	—	168 (550)

La fiabilidad de la tabla depende completamente de la precisión de los cálculos. Los siguientes ejemplos muestran cómo utilizar una tabla de bombeo.

Ejemplo 1 (sistema anglosajón)

Utilice la tabla 9.2a para determinar la presión de descarga de bombeo necesaria para un dispositivo de chorro maestro equipado con una boquilla de chorro directo de 1,5 pulgadas y abastecido por tres líneas de mangueras de 2,5 pulgadas, cada una de ellas de 600 pies de longitud.

Solución: localice el dispositivo de chorro maestro con una boquilla de 1,5 pulgadas en la columna izquierda de la tabla. Elija la que muestra un dispositivo que se abastece de tres líneas de 2,5 pulgadas. Siga esta fila hasta alcanzar la columna correspondiente al tendido de mangueras de 600 pies. El resultado debe ser 189 lb/pulg². Ésta es la presión a la que la bomba debe descargar agua.

Ejemplo 2 (sistema métrico)

Utilice la tabla 9.2b para determinar la presión de descarga de bombeo necesaria para un dispositivo de chorro maestro equipado con una boquilla de chorro directo de 45 mm y abastecido por tres líneas de mangueras de 65 mm, cada una de ellas de 180 metros de largo.

Solución: localice el dispositivo de chorro maestro con una boquilla de 45 mm en la columna izquierda de la tabla. Elija la que muestra un dispositivo que se abastece de tres líneas de 65 mm. Siga esta fila hasta alcanzar la columna del tendido de mangueras de 180 metros. El resultado debe ser 1.317 kPa. Ésta es la presión a la que la bomba debe descargar agua.

Los **apéndices C y D** contienen más información sobre las tablas de bombeo para varios tamaños de mangueras y tendidos de mangueras.

Método manual para el sistema anglosajón

Durante muchos años, uno de los métodos utilizados por los conductores/operarios para determinar la pérdida de presión por fricción de las mangueras de 2,5 pulgadas ha sido el método manual o “de contar con los dedos”. Empezando por el dedo pulgar de la mano izquierda, tal como ilustra la figura 9.7, a la base de cada dedo se le da un número que representa una cantidad en centenares de galones por minuto. De nuevo volvemos al dedo pulgar y, de izquierda a derecha, damos un número par sucesivo a la punta de cada dedo, comenzando por el dos. Puesto que las capacidades de boquilla varían en gpm, puede utilizarse la mitad de centena más próxima con ligeras variaciones. Los números 3, 5, 7 y 9 pueden utilizarse para los flujos de 150, 250, 350 y 450 gpm, respectivamente. Éstas últimas cifras pueden asignarse a los espacios entre los dedos. Para determinar la pérdida de presión por fricción de una manguera de 2,5 pulgadas y 100 pies de longitud con un flujo concreto, se selecciona el dedo al cual se ha asignado dicho flujo y se multiplica el número de la punta del dedo por el primer dígito del número en la base del dedo. Por tanto, la pérdida de presión por fricción para un flujo de 500 gpm puede determinarse utilizando los números del dedo meñique, es decir la pérdida de presión por fricción en una manguera de 2,5 pulgadas es de (5)(10) = 50 lb/pulg² por cada 100 pies. Para encontrar la pérdida de presión por fricción en caso de que el flujo sea de 200 gpm, se utiliza el dedo índice. Lo

Tabla 9.2a (sistema anglosajón)

Tabla de bombeo

Boquillas	GPM	NP	Longitud de tendido en pies											
			100	200	300	400	500	600	700	800	900	1.000	1.100	1.200
Nodrizas 1 pulgada	23	100		115										
Preconectadas														
1,75 pulgadas	150	100		170										
Líneas con coples "y":														
200 pies de														
1,5 pulgadas en un patín de 2,5"	190	100	150	157	164	172	179	186	193	201	208	215	222	229
Nebulizadora de 2,5 pulgadas	250	100	112	125	138	150	162	175	187	200	212	225	237	250
Chorro maestro:														
1,75 pulgadas (dos líneas de 2,5 pulgadas)	800	80	137	169	201	233								
1,75 pulgadas (tres líneas de 2,5 pulgadas)	800	80	119	133	147	161	175	189	203					
1,75 pulgadas (dos líneas de 3 pulgadas)	800	80	118	131	144	157	170	183	196	209				
En serie:														
Una línea de 3 pulgadas	250	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Una línea de 3 pulgadas	500	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200			
Dos líneas de 3 pulgadas	750	20	31	43	54	65	76	88	99	110	121	133	144	155
Dos líneas de 3 pulgadas	1.000	20	100	180										
Rociadores	Mantenga 150 lb/pulg ²													
Elevación	Añada 0,5 lb/pulg ² por pie o 5 lb/pulg ² por planta													

NOTA: se han redondeado todas las presiones hasta el número entero más próximo sólo para los propósitos de esta tabla. Las cifras redondeadas a 5 lb/pulg² hacia arriba o abajo también se aceptan.

que da un resultado de $(2)(4) = 8$ lb/pulg² de pérdida de presión por fricción por cada 100 pies en una manguera de 2,5 pulgadas.

Los resultados que se consiguen mediante este método ofrecen un cálculo razonable de la pérdida de presión por fricción que puede esperarse en una línea de mangueras. Si se necesitan cifras más precisas, hay que utilizar alguno de los otros métodos previamente explicados en este manual. (NOTA: este método no puede adaptarse al sistema métrico.)

Ejemplo 3

Mediante la utilización del método manual, determine la pérdida total de presión por fricción de una manguera de 2,5 pulgadas y de 400 pies de longitud con una boquilla nebulizadora de 250 gpm a 100 lb/pulg².

$(2,5)(5) = 12,5$ lb/pulg² de pérdida/100 pies

$(12,5)(4) = 50$ lb/pulg² de pérdida en el ensamblaje de la manguera

Tabla 9.2b (sistema métrico)

Tabla de bombeo

Boquillas	L/min	NP	Longitud de tendido en pies											
			30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360
Nodrizas 25 mm	90	700		815										
Preconexión 45 mm	570	700		1.180										
Línea de copes "y": 60 m de manguera de 38 mm en un patín de 65 mm	760	700	1.085	1.140	1.195	1.250	1.305	1.360	1.415	1.470	1.525	1.580	1.635	
Nebulizadora de 65 mm	1.000	700	795	890	985	1.080	1.175	1.270	1.365	1.460	1.555	1.650	1.745	
Chorro maestro:														
45 mm (dos líneas de 65mm)	3.200	560	957	1.179	1.401	1.623	1.845	2.067						
45 mm (tres líneas de 65mm)	3.200	560	832	929	1.026	1.123	1.220	1.317	1.414	1.511	1.608	1.705	1.802	1.899
45 mm (dos líneas de 77 mm)	3.200	560	824	913	1.002	1.091	1.180	1.269	1.358	1.447	1.536	1.625	1.714	1.803
En serie:														
Una línea de 77 mm	1.000	140	178	216	254	292	330	368	406	444	482	520	558	596
Una línea de 77 mm	2.000	140	292	444	596	748	900	1.052	1.204	1.356	1.508	1.660	1.812	1.964
Dos líneas de 77 mm	3.000	140	225	310	395	480	565	650	735	820	905	990	1.075	1.160
Dos líneas de 77 mm	4.000	140	292	444	596	748	900	1.052						
Rociadores	Mantenga 1.050 kPa													
Elevación	Añada 10 kPa por metro o 35 kPa por planta													

NOTA: se han redondeado todas las presiones hasta el número entero más próximo sólo para los propósitos de esta tabla. Las cifras redondeadas a 25 kPa hacia arriba o abajo también se aceptan.

Ejemplo 4

Mediante el método manual, ¿cuál es la pérdida total de presión por fricción en una línea de mangueras de 2,5 pulgadas con un flujo de 350 gpm y una longitud de 300 pies?

$$(3,5)(7) = 24,5 \text{ lb/pulg}^2 \text{ de pérdida/100 pies}$$

$$(24,5)(3) = \mathbf{73,5 \text{ lb/pulg}^2 \text{ de pérdida en el ensamblaje de la manguera}}$$

La figura 9.8 muestra cómo puede aplicarse este mismo método para una manguera de 1,75 pulgadas. En este caso, para calcular la pérdida de presión por fricción por cada 100 pies en un manguera de 1,75 pulgadas, hay que mirar el dedo que se corresponde con el flujo

utilizado y multiplicar el número de la punta del dedo por el número de la base. Por ejemplo, si el flujo de la manguera es de 150 gpm, multiplique el número de la punta en el dedo del corazón (3) por el número en la base (9). La pérdida de presión por fricción correspondiente a una manguera de 1,75 pulgadas con un flujo de 150 gpm y una longitud de 100 pies de longitud será tres por nueve, es decir, 27 lb/pulg².

Fórmula "Q" resumida

La fórmula "Q" resumida se ha desarrollado para las actuaciones contraincendios en las que es necesario determinar la pérdida de presión por fricción para mangueras de 3, 4 y 5 pulgadas. Este método se muestra

Tabla 9.3
Flujo en gpm n°. 1

Flujo en gpm en una manguera de 2,5 pulgadas		Pérdida de presión por fricción por cada 100 pies en manguera de 2,5 pulgadas
100		3
110-120		4
130-140		5
150		6
160-170	Reste 10 a los	7
180	dos primeros	8
190	números de gpm	9
200		10
210		11
220		12
230		13
240		14
250		15
260		16
270		17
280		18
290		19
300		20

Tabla 9.4
Flujo en gpm n°. 2

Flujo en gpm de una manguera de 1,5 pulgadas	Flujo en gpm de una manguera de 2,5 pulgadas	Pérdida de presión por cada 100 pies de manguera de 1,5 ó 2,5 pulgadas
50	200	10
55	220	12
60	240	14
65	260	16
70	280	18
75	300	20
80	320	23
85	340	26
90	360	29
95	380	32
100	400	35
105	420	39
110	440	43
115	460	47
120	480	51
125	500	55

La misma que un flujo de agua cuatro veces superior en una manguera de 2,5 pulgadas

Por cada incremento de 20 gpm en el flujo, la pérdida de presión por fricción aumenta 2 lb/pulg²

Por cada incremento de 20 gpm en el flujo, la pérdida de presión por fricción aumenta 3 lb/pulg²

Por cada incremento de 20 gpm en el flujo, la pérdida de presión por fricción aumenta 4 lb/pulg²

en las ecuaciones E, G y H (**NOTA:** estas ecuaciones no pueden utilizarse con medidas métricas.)

ECUACIÓN F (manguera de 3 pulgadas)

FL por cada 100 pies = Q²

Donde:

FL = pérdida de presión por fricción por cada 100 pies en una manguera de 3 pulgadas

Q = número de gpm en centenas

La ecuación F puede utilizarse para mangueras de 3 pulgadas con coples de 2,5 ó 3 pulgadas. Esta fórmula no es tan exacta como la fórmula FL = CQ²L, pero es más rápida y da una aproximación más que suficiente para las necesidades de una actuación contraincendios.

NOTA: la cantidad resultante de pérdida de presión por fricción calculada utilizando esta fórmula será un 20% mayor que la cantidad obtenida en la misma situación

utilizando la fórmula FL = CQ²L. Esta cifra puede conllevar una diferencia de hasta 50 lb/pulg² en un tendido de mangueras de 3 pulgadas y 1.000 pies de longitud.

El siguiente ejemplo ilustra el uso de la ecuación F.

Ejemplo 5

¿Cuál será el total de pérdida de presión por fricción al descargar 200 gpm con una boquilla unida a una manguera de 3 pulgadas y 100 pies de longitud?

$$Q = \frac{\text{descarga (gpm)}}{100} \quad FL = Q^2$$

$$Q = \frac{200}{100} \quad FL = (2)^2$$

$$Q = 2$$

FL = 4 lb/pulg² por cada 100 pies en una manguera de 3 pulgadas

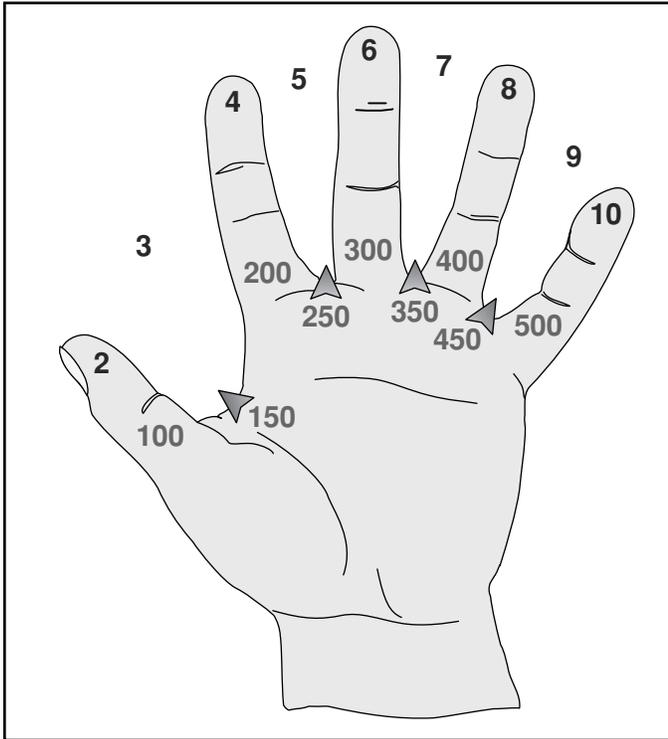


Figura 9.7 Método para contar con los dedos utilizado para mangueras de 2,5 pulgadas. *Gentileza del Maryland Fire and Rescue Institute.*

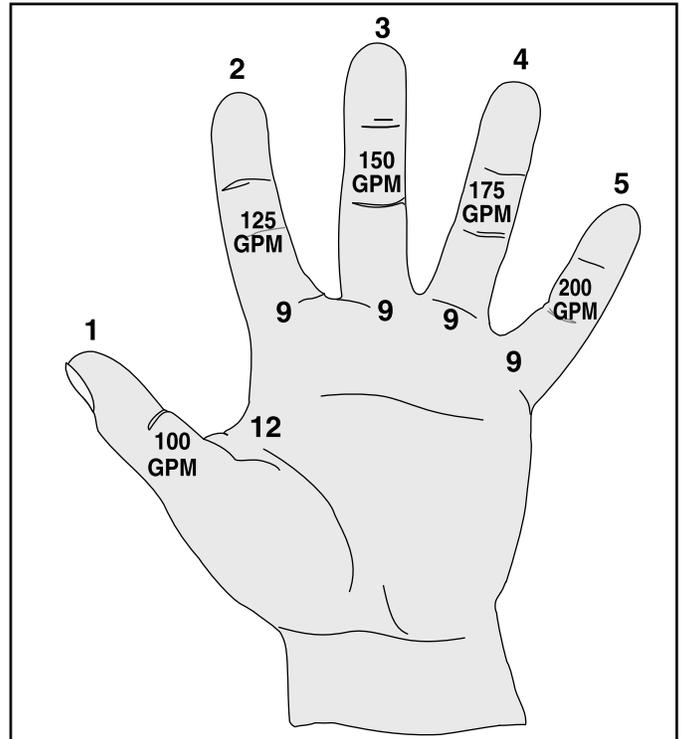


Figura 9.8 Método para contar con los dedos utilizado para mangueras de 1,75 pulgadas.

ECUACIÓN G (manguera de 4 pulgadas)

$$FL \text{ por cada } 100 \text{ pies} = \frac{Q^2}{5}$$

Donde:

FL = pérdida de presión por fricción por cada 100 pies en una manguera de 4 pulgadas

Q = número de gpm en centenas

El siguiente ejemplo ilustra el uso de la ecuación G.

Ejemplo 6

¿Cuál será el total de presión perdida en una manguera de 4 pulgadas y 500 pies de longitud, con un flujo de 100 gpm?

$$Q = \frac{\text{descarga (gpm)}}{100} \quad FL = \frac{Q^2}{5}$$

$$Q = \frac{1.000}{100} \quad FL = \frac{(10)^2}{5}$$

$$Q = 10 \quad FL = \frac{100}{5}$$

FL = 20 lb/pulg² por cada 100 pies en una manguera de 4 pulgadas

Pérdida total de presión = 20 x 5

Pérdida total de presión = 100 lb/pulg²

ECUACIÓN H (manguera de 5 pulgadas)

$$FL \text{ por cada } 100 \text{ pies de manguera} = \frac{Q^2}{15}$$

Donde:

FL = pérdida de presión por fricción por cada 100 pies en una manguera de 5 pulgadas

C = número de gpm en centenas

El siguiente ejemplo ilustra el empleo de la ecuación H.

Ejemplo 7

¿Cuál será el total de presión perdida en una manguera de 5 pulgadas y 800 pies de longitud, con un flujo de 1.000 gpm?

$$Q = \frac{\text{descarga (gpm)}}{100} \quad FL = \frac{Q^2}{15}$$

$$Q = \frac{1.000}{100} \quad FL = \frac{(10)^2}{15}$$

$$Q = 10 \quad FL = \frac{100}{15}$$

FL = 6,6 lb/pulg² por cada 100 pies en una manguera de 5 pulgadas

Pérdida total de presión = 6,6 x 8

Pérdida total de presión = 52,8 lb/pulg²

Flujo en gpm

El método del flujo en gpm permite calcular la pérdida de presión por fricción a partir del flujo en gpm y puede utilizarse tanto para chorros directos como para chorros nebulizadores. Otra ventaja de este método es que puede utilizarse para otros tamaños de manguera, además de las de 2,5 pulgadas. Si el conductor/operario estudia este método, puede aplicarlo fácilmente a mangueras de menor tamaño. (**NOTA:** este método no puede adaptarse al sistema métrico.)

En la tabla 9.3, se observe una línea que separa el flujo en gpm entre 150 y 170. Esta separación es necesaria, ya que este método no puede aplicarse a mangueras de 2,5 pulgadas con flujos inferiores a 160 gpm. , lo que no resulta muy relevante, dado que los flujos inferiores a 160 gpm no son habituales en mangueras de 2,5 pulgadas.

El conductor/operario sólo necesita saber cuál es el flujo en gpm de una boquilla a una presión específica. A continuación, hay que restar 10 a los primeros dos números del flujo en gpm, de este modo se obtiene una cifra bastante precisa de la pérdida de presión por fricción por cada 100 pies en una manguera de 2,5 pulgadas. Además, si nos fijamos en la tabla 9.3, comprobaremos que la pérdida de presión por fricción de una manguera de 2,5 pulgadas aumenta 1 lb/pulg² por cada incremento de 10 gpm en el flujo.

Ejemplo 8

¿Cuál será la pérdida total de presión por fricción en una manguera de 2,5 pulgadas y de 400 pies de longitud con un flujo de 250 gpm en una boquilla nebulizadora a 100 lb/pulg²?

Flujo = 250 gpm

FL: a partir de la tabla 9.3, 15 lb/pulg² por cada 100 pies en una manguera de 2,5 pulgadas

Pérdida de presión por fricción por cada 400 pies en una manguera de 2,5 pulgadas

FL = (4)(15)

FL = 60 lb/pulg² por cada 400 pies en una manguera de 2,5 pulgadas

En la tabla 9.4, se aplica este método a una manguera de 1,5 pulgadas. Esta tabla se divide en tres partes. La sección superior incluye los flujos de 50 a 75 gpm. y está diseñada para demostrar que la pérdida de presión por fricción en una manguera de 1,5 pulgadas es la misma que en una manguera de 2,5 pulgadas con un flujo de agua cuatro veces superior. Por ejemplo, imagínese que el conductor/operario necesita saber la pérdida de presión por fricción de una manguera de 1,5 pulgadas con un

flujo de 700 gpm. En primer lugar, multiplique el flujo por cuatro ($4 \times 70 = 280$). Mediante la tabla 9.4, reste 10 a 28. El resultado es 18 lb/pulg² de pérdida de presión por fricción en una manguera de 1,5 pulgadas por cada 100 pies.

La sección central de la tabla 9.4 representa los flujos desde 80 a 100 gpm. La columna de 2,5 pulgadas muestra un flujo a cuatro veces superior al de la manguera de 1,5 pulgadas. Sin embargo, la pérdida de presión por fricción en una manguera de 1,5 pulgadas sólo aumenta en 3 lb/pulg² por cada incremento de 20 gpm en el flujo que pasa a través de una manguera de 2,5 pulgadas.

La sección inferior de la tabla 9.4 representa los flujos desde 105 a 125 gpm. Al igual que en las dos secciones anteriores, la manguera de 2,5 pulgadas tiene un flujo cuatro veces mayor al de la manguera de 1,5 pulgadas. La pérdida de presión por fricción para esas presiones aumenta en 4 lb/pulg² por cada incremento de 20 gpm en el flujo de una manguera de 2,5 pulgadas. El siguiente ejemplo muestra cómo utilizar el método del flujo en gpm.

Ejemplo 9

¿Cuál es el total de pérdida de presión por fricción en una manguera preconectada de 1,5 pulgadas y 200 pies de longitud, con un flujo de 100 gpm?

Flujo = 100 gpm

FL: de la tabla 9.4

FL = 35 lb/pulg² por cada 100 pies en una manguera de 1,5 pulgadas

Pérdida de presión por fricción por cada 200 pies en una manguera de 1,5 pulgadas

FL = (2)(35)

FL = 70 lb/pulg² por cada 200 pies en una manguera de 1,5 pulgadas

Teoría de las bombas contraincendios

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información que ayudará al lector a cumplir con los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios) edición de 1998. Las partes de los requisitos de rendimiento laboral tratados en este capítulo están marcadas en negrita.

3-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros maestros o de mano eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, **se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo**, se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Depósito interno
 - Fuente presurizada
 - Fuente estática
 - Trasvase de un depósito interno a una fuente externa
- (a) *Conocimientos requeridos*: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; **funcionamiento seguro de la bomba**; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados y de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.
- (b) *Habilidades requeridas*: posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

3-2.2* Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y el tamaño de la línea y la presión de toma y el flujo deseados, bombear una línea de abastecimiento de 65 mm (2,5 pulgadas) o mayor, de modo que se transfiera la presión

y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

- (a) *Conocimientos requeridos*: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; **funcionamiento seguro de la bomba**; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.
- (b) *Habilidades requeridas*: posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

6-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros contraincendios eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos **los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo**, se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Depósito de agua
 - Fuente presurizada
 - Fuente estática
- (a) *Conocimientos requeridos*: cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; **funcionamiento seguro de la bomba**; colocación adecuada del vehículo; consideraciones de seguridad personal; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión, sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.
- (b) *Habilidades requeridas*: posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática;

colocar correctamente el vehículo para llevar a cabo el ataque al incendio; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

6-2.2* Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y tamaño de la línea, el flujo de bombeo y la presión de toma deseada, bombear una línea de abastecimiento, de modo que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

(a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación;

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contra incendios), Copyright © 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contra incendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 01169, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto y con los sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.

(b) *Habilidades requeridas:* posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizar un hidrante contra incendios en una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

Los sistemas de agua de alta presión para aplicaciones industriales o especializadas son capaces de proporcionar el volumen de agua suficiente a presiones adecuadas para las actuaciones contra incendios. Es posible que algunos sistemas municipales bien desarrollados dispongan de esa capacidad, pero la mayoría de los sistemas de agua no logran mantener la presión adecuada en el sistema hidrantes para combatir el incendio de modo eficaz. Con el fin de producir chorros contra incendios eficaces, es preciso incrementar las presiones existentes utilizando las bombas contra incendios (véase la figura 10.1). Asimismo, las bombas contra incendios sirven para proporcionar las presiones necesarias para abastecer a las líneas de ataque desde la cisterna de agua montada en el vehículo o desde otras fuentes de abastecimiento de agua estáticas, como, por ejemplo, depósitos portátiles, lagos, arroyos, estanques y ríos.

Las primeras bombas que utilizaron los cuerpos de bomberos funcionaban manualmente. Para proporcionar agua a presión, el bombero realizaba el bombeo con una palanca que hacía funcionar un pistón en un cilindro (véase la figura 10.2). Así, el agua salía de la bomba con la velocidad suficiente para pasar a través de la manguera o de la boquilla. Poco tiempo después, este tipo de bombas manuales fueron sustituidas por bombas rotatorias. Éstas tenían una manivela que se accionaba para hacer girar un engranaje, de modo que el agua salía de la bomba a la presión adecuada. Ambos tipos de bomba reciben el nombre de *bombas volumétricas*, ya que se produce una



Figura 10.1 Con el fin de producir chorros contra incendios eficaces, es necesario incrementar las presiones existentes en las bombas contra incendios.

acción de desplazamiento de volumen en la que el agua y el aire que hay en el interior de la bomba salen de ella a intervalos correspondientes a ciclos de funcionamiento. Los vehículos modernos aún disponen de algún tipo de bomba volumétrica conectada a la bomba contraincendios principal para que el vehículo pueda utilizar fuentes de abastecimiento de agua estática.

La bomba principal de los autobombas modernos del cuerpo de bomberos son bombas centrífugas. En lugar de utilizar un desplazamiento volumétrico para hacer que el agua salga de la bomba, las *bombas centrífugas* utilizan la velocidad del agua producida mediante fuerza centrífuga para proporcionar la presión de descarga de la bomba adecuada para actuar con eficacia. En este capítulo, el conductor/operario encontrará los conceptos básicos sobre los diversos tipos de bombas contraincendios y su funcionamiento. Asimismo, se incluye información sobre los diferentes componentes que conforman el sistema de bombeo del vehículo. La información específica acerca del funcionamiento real de las bombas contraincendios se encuentra en el capítulo 11. Los sistemas de extinción por espuma también pueden ser una parte de la bomba contraincendios y del vehículo. Si desea más información sobre los sistemas de extinción por espuma, consulte el capítulo 13.

Bombas volumétricas

La bomba centrífuga ha ido sustituyendo a la volumétrica como bomba contraincendios principal en los vehículos contraincendios más modernos. No obstante, las bombas volumétricas aún son una parte necesaria del sistema general de bombeo de los vehículos modernos, ya que, a diferencia de las bombas centrífugas, pueden bombear aire. Por este motivo, las bombas volumétricas se utilizan como bombas cebadoras para introducir agua en la bomba centrífuga durante las actuaciones de succión. El principio básico de la bomba volumétrica es una ley hidráulica que procede de la casi incompresibilidad del agua: *cuando se aplica presión a un líquido contenido en un recipiente, la misma presión exterior se transmite dentro del líquido, hacia fuera y por igual en todas las direcciones*. En otras palabras, si se elimina el aire contenido en la bomba, el agua se ve forzada a entrar en la bomba debido a la presión atmosférica. Existen dos tipos básicos de bombas volumétricas: de émbolo y rotatorias.

Bombas de émbolo

Las bombas de émbolo contienen un pistón dentro de un cilindro que se mueve hacia delante y hacia atrás. La presión desarrollada por ese movimiento hace que las válvulas de toma y de descarga funcionen



Figura 10.2 Algunos de los primeros autobombas disponían de bombas de émbolo manuales.

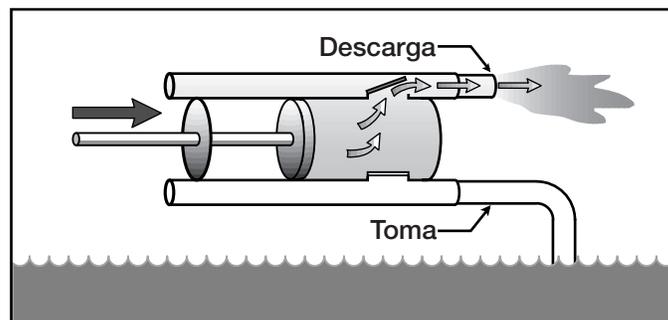


Figura 10.3 Gracias a que en el interior de la bomba la presión es más elevada, la válvula de descarga se abre, con lo que el aire se expulsa a través de las líneas de descarga.

automáticamente y proporciona la fuerza para que el agua se mueva a través de la bomba. Cuando el pistón se mueve hacia delante, el aire que hay dentro del cilindro se comprime, con lo que la presión del interior de la bomba es superior a la presión atmosférica en el conducto de descarga. Gracias a esa presión, la válvula de descarga se abre y el aire sale a través de las líneas de descarga (véase la figura 10.3). Este proceso continúa hasta que el pistón completa su recorrido en la carrera de ida y se detiene. En este momento, las presiones se igualan y la válvula de descarga se cierra. A medida que el pistón empieza la carrera de vuelta, el espacio en el interior del cilindro aumenta y la presión disminuye, con lo que se crea un vacío parcial. Entonces, la válvula de toma se abre, con lo que parte del aire de la manguera de absorción entra en la bomba (véase la figura 10.4).

A medida que el aire sale de la manguera de absorción y entra en el cilindro, la presión de la manguera y de la zona de toma de la bomba se reduce. La presión atmosférica hace que el agua salga a través de la manguera hasta que el pistón completa su recorrido y la válvula de toma se cierra. Cuando se repite la carrera de ida, vuelve expulsarse el aire de la descarga. En la carrera de vuelta, se expulsa más aire de la sección de toma y la

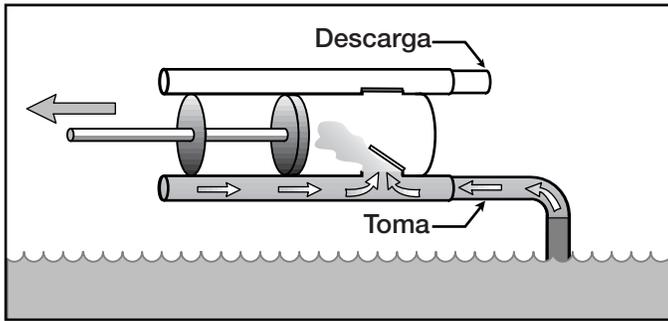


Figura 10.4 El vacío parcial creado cuando el pistón empieza la carrera de vuelta hace que la válvula de toma se abra. De ese modo, el aire de la manguera de toma se introduce en la bomba.

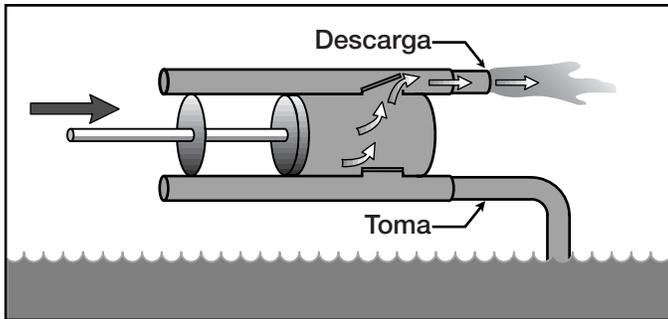


Figura 10.5 Una vez extraído todo el aire, en la bomba sólo entra agua.

columna de agua de la manguera de succión aumenta. Este proceso se repite hasta que se elimina todo el aire y la carrera de admisión hace que el agua se introduzca en el cilindro. Entonces, se considera que la bomba está cebada, por lo que las carreras posteriores expulsan agua en la descarga en vez de aire (véase la figura 10.5).

La carrera de ida hace que el agua se descargue, y la carrera de vuelta hace que la bomba vuelva a llenarse de agua. Este procedimiento se conoce como *bomba de émbolo de simple efecto*. Obviamente, con ello no se produciría un chorro contraincendios utilizable porque durante la carrera de vuelta no fluiría agua, sino que se producirían una serie de descargas de agua seguidas de un lapso de tiempo igual durante el cual no se descargaría agua. Es posible conseguir un chorro más constante añadiendo dos válvulas adicionales, lo que se conoce como *bomba de émbolo de doble efecto* porque recibe y descarga agua en cada carrera del pistón (véase la figura 10.6). Incluso con la bomba de doble efecto, hay dos momentos en los que se interrumpe la descarga: cuando el pistón acaba su recorrido en cada dirección.

Dado que el cilindro de la bomba contiene una cantidad de agua limitada, con cada carrera del pistón sólo se descarga esa cantidad. La capacidad de descarga de la bomba viene determinada por el tamaño del cilindro y la velocidad del recorrido del pistón. Existe un límite práctico en la velocidad de funcionamiento de la bomba, por lo que la capacidad suele depender del

tamaño del cilindro. En la práctica, es más útil fabricar bombas con múltiples cilindros que bombas monocilíndricas de gran tamaño. Los cilindros múltiples son más flexibles y eficaces porque algunos de ellos pueden desactivarse cuando no se precisa la capacidad total de la bomba. Asimismo, las bombas con múltiples cilindros proporcionan una descarga más uniforme, ya que los cilindros están colocados de modo que puedan alcanzar su flujo máximo en diferentes momentos del ciclo.

Las bombas de émbolo de gran capacidad más antiguas están equipadas con una bóveda o una cámara de aire en la descarga para igualar los impulsos (véase la figura 10.7). Durante las presiones máximas, se hace entrar el agua en la cámara de aire, con lo que se comprime el aire de la cámara hasta que la presión de aire de la bóveda es igual a la presión de agua aplicada. Cuando la presión de descarga de la bomba disminuye, la presión de aire almacenada en la cámara expulsa el agua hacia la línea, con lo que se contrarresta la caída de presión de la bomba.

Hace ya muchos años que no se utiliza la bomba de émbolo como bomba contraincendios principal en los autobombas. Además de los problemas que presenta el hecho de que el chorro contraincendios sea intermitente, esta bomba es muy susceptible al desgaste. La eficacia de la bomba de émbolo depende de la tolerancia entre el pistón y las paredes del cilindro. A medida que el pistón se desgasta, el agua puede escaparse de la descarga de la bomba y volver a entrar en la toma, por lo que la capacidad de la bomba se reduce. El desgaste también afecta a las paredes del cilindro. Por último, si se bombea agua contaminada, se puede dañar rápidamente la bomba. Por todos estos motivos, la bomba de émbolo ya no se utiliza en el cuerpo de bomberos como bomba de gran capacidad.

A pesar de ello, algunas aún están en servicio para la lucha contraincendios con chorros de alta presión. Estas bombas con múltiples cilindros accionadas por toma de fuerza proporcionan presiones de hasta 7.000 kPa (1.000 lb/pulg²) a las líneas. La aplicación más habitual de las bombas de alta presión puede encontrarse en la lucha contra incendios forestales. Esta aplicación también requiere la utilización de una válvula de seguridad, ya que las presiones pueden alcanzar niveles alarmantes si se interrumpe el flujo de descarga.

Bombas rotatorias

Desde el punto de vista del diseño, las bombas rotatorias son las más sencillas de todas las bombas de los vehículos contraincendios. En los vehículos contraincendios más antiguos era habitual utilizar estas

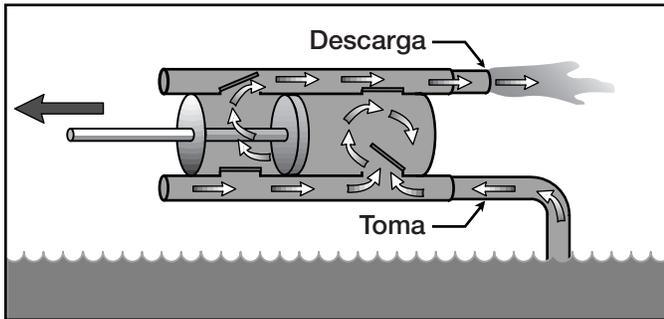


Figura 10.6 Una bomba de émbolo de doble acción empuja el agua tanto en la carrera de ida como en la de vuelta.

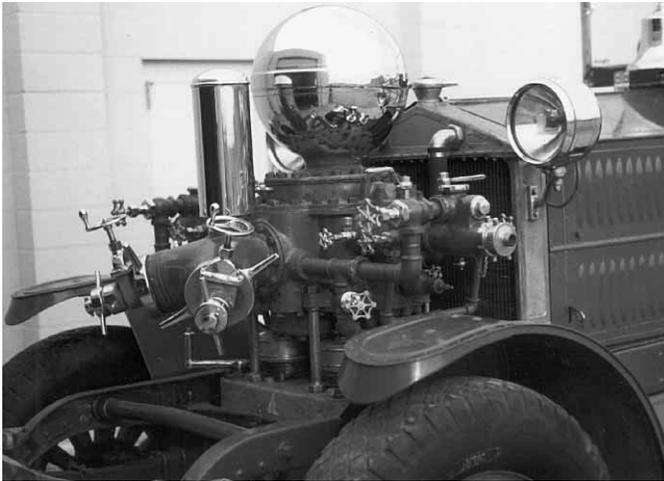


Figura 10.7 La bóveda de esta bomba Ahrens-Fox contribuía a reducir el aumento de presión en las líneas de mangueras.

bombas como bomba principal, pero, en los últimos años, su uso se ha limitado a bombas nodrizas de capacidad reducida y a bombas cebadoras. La mayoría de las bombas rotatorias que se utilizan hoy en día tienen una configuración o de engranajes rotatorios o de paletas rotatorias. Funcionan con un pequeño motor eléctrico o a través de un embrague que sale del eje de transmisión del vehículo.

Bombas de engranajes rotatorios

La *bomba de engranajes rotatorios* está formada por dos ruedas dentadas que giran engranadas en el interior de una cubierta impermeable. Los engranajes se disponen de tal modo que, al tiempo que están en contacto el uno con el otro, permanecen cerca de las paredes de la cubierta (véase la figura 10.8). Con esta disposición, a medida que los engranajes que hay en el interior de la cubierta giran en el sentido que va de la toma a la salida de la bomba, se forman cámaras impermeables y herméticas. En el momento en que un diente del engranaje alcanza la cámara de descarga, se expulsa de la bomba el aire o el agua que contenían las cámaras formadas en los engranajes. Cuando el diente vuelve al lado de toma de la bomba, las ruedas dentadas están lo suficientemente engranadas para que el agua o

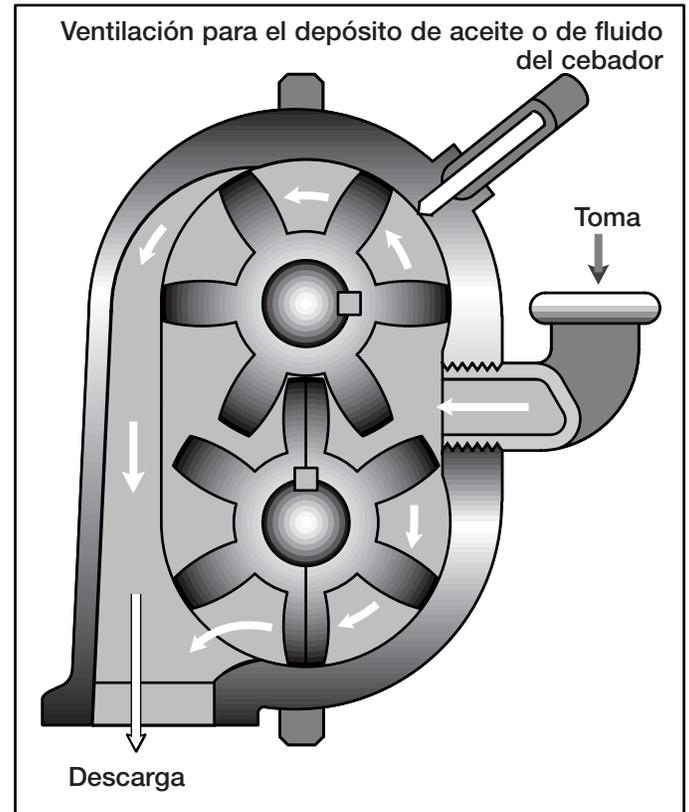


Figura 10.8 Diseño básico de una bomba de engranajes rotatorios.

el aire que se han descargado no vuelvan a entrar en la bomba.

La cantidad total de agua que puede bombear una bomba de engranajes rotatorios depende del tamaño de las cámaras de los engranajes y de la velocidad de rotación. La bomba de engranajes rotatorios es una bomba volumétrica porque cada cámara de los engranajes contiene una cantidad limitada de agua. Asimismo, cada vez que el engranaje gira, se expulsa el agua de la bomba gracias a una acción de desplazamiento de volúmenes. Si la bomba intentan desplazar más agua de la que pueden absorber las líneas de descarga, la presión aumenta. Es preciso disponer de un dispositivo de liberación de presión adecuado para controlar cualquier presión excesiva que pueda producirse.

Al igual que la bomba de émbolo, la bomba de engranajes rotatorios puede estropearse muy fácilmente a causa del desgaste normal y de bombear agua que contenga arena u otros restos. Para evitar daños en las cubiertas, la mayoría de bombas con engranajes disponen de engranajes fabricados en bronce u otro metal dúctil que se pueden cambiar cuando sea necesario. Para la cubierta de la bomba se utiliza una aleación resistente, como, por ejemplo, hierro colado.

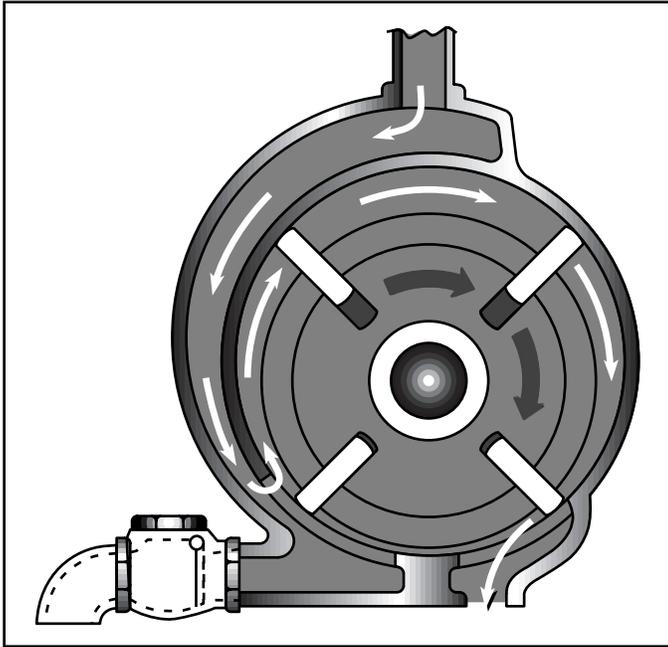


Figura 10.9 Diseño típico de una bomba de paletas rotatorias.

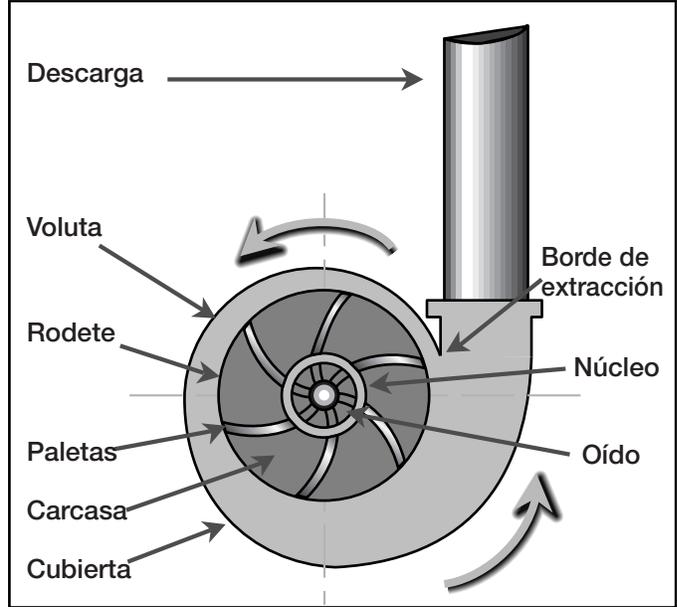


Figura 10.11 Piezas principales de una bomba centrífuga.



Figura 10.10 La bomba centrífuga es la más utilizada en el cuerpo de bomberos hoy en día.

En algunas bombas de engranajes rotatorios, se transmite energía mecánica a uno de los engranajes, el cual, a su vez, hace funcionar los demás engranajes. En este caso, el engranaje transmisor suele estar fabricado en acero con incrustaciones de bronce para proporcionar la fuerza necesaria para controlar la potencia que se desarrollará. En otras bombas, se utilizan engranajes auxiliares de acero montados en el exterior de la cubierta y conectados al eje que impulsa los engranajes de la bomba.

Bombas de paletas rotatorias

La bomba de paletas rotatorias consta de elementos móviles que compensan automáticamente el desgaste y se van ajustando a la distancia que los separa de las paredes de la bomba a medida que ésta se utiliza (véase la

figura 10.9). En este tipo de bombas, el rotor está montado descentrado en el interior de la cubierta. La distancia entre el rotor y la cubierta es mucho mayor en la toma que en la descarga. Las paletas pueden moverse libremente en la ranura donde están montadas. Cuando el rotor gira, las paletas se desplazan hacia la cubierta por la acción de la fuerza centrífuga. Cuando la superficie de la paleta que está en contacto con la cubierta, se desgasta, pero como la fuerza centrífuga hace que se extienda más, sigue manteniéndose un contacto ajustado con la cubierta. Gracias a esta característica de reajuste, la bomba de paletas rotatorias es mucho más eficaz a la hora de bombear aire que la bomba de engranajes rotatorios normal.

Cuando el rotor gira, el aire queda atrapado entre el rotor y la cubierta de las cámaras formadas por las paletas adyacentes. Cuando las paletas giran, el tamaño de la cámara se reduce, lo que comprime el aire y hace aumentar la presión. El tamaño de la cámara se reduce aún más cuando las paletas se dirigen a la apertura de salida. En este punto, la presión alcanza su nivel máximo, y expulsa el aire atrapado. El aire o el agua no pueden volver a la toma gracias al poco espacio que hay en el rotor en este punto. Al igual que en la bomba de engranajes rotatorios, el aire expulsado por el lado de la toma provoca una disminución de la presión (similar a un vacío) y el agua se introduce en la bomba a causa de la presión atmosférica hasta que la bomba se llena de agua. En ese momento, la bomba está cebada y expulsa agua por la descarga del mismo modo que ha expulsado el aire.

Bombas centrífugas

Casi todos los vehículos contraincendios más modernos utilizan bombas centrífugas como bomba contraincendios principal (véase la figura 10.10). La *bomba centrífuga* se clasifica como una bomba no volumétrica, ya que no bombea una cantidad limitada de agua a cada revolución, sino que imparte velocidad al agua y la convierte en presión ya en el interior de la bomba. Gracias a ello, la bomba goza de una flexibilidad y de una versatilidad que la han hecho popular en los cuerpos de bomberos. Asimismo, ha desbancado casi por completo a la bomba volumétrica como bomba contraincendios principal en los vehículos contraincendios.

Principios de funcionamiento y diseño de las bombas centrífugas

En teoría, el funcionamiento de la bomba centrífuga se basa en el principio de que un disco que gira a gran velocidad tiende a dirigir el agua introducida en el centro hacia el extremo exterior del disco. Cuanto más rápido gira el disco, más lejos se envía el agua, o a mayor velocidad se desplaza el agua. Si el agua se encuentra en el borde del disco, el agua en el centro del contenedor empieza a moverse hacia el exterior. Para convertir la velocidad creada por el disco rotatorio en presión, se aísla el agua que hay en el contenedor. El movimiento del agua es limitado a causa de las paredes del contenedor, por lo que se mueve hacia arriba en busca de una menor resistencia, lo que indica que se ha creado presión en el agua. La altura a la que sube el agua, o el grado en el que supera la fuerza de la gravedad, depende de la velocidad de rotación.

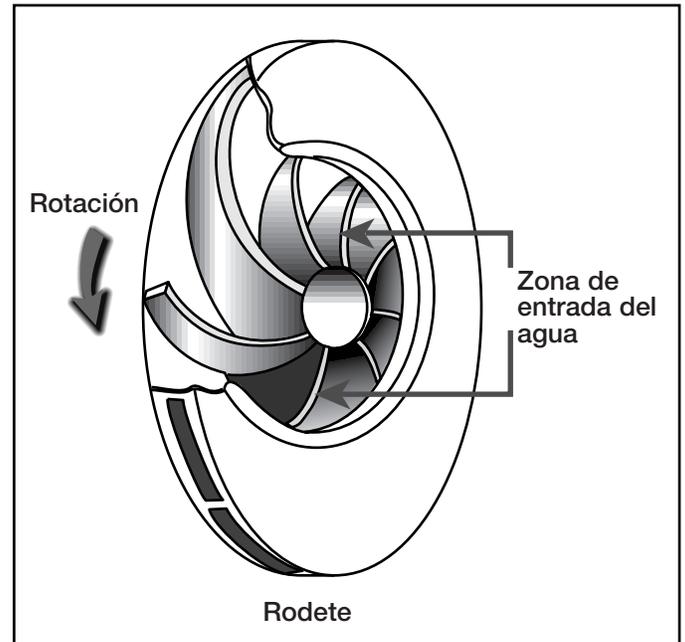


Figura 10.12 El agua entra a través del oído del rodete.

Fundamentalmente, la bomba centrífuga se compone de dos partes: un rodete y una cubierta. El *rodete* (disco) transmite energía al agua en forma de velocidad. La *cubierta* (armazón) recoge el agua y proporciona un espacio cerrado que permite convertir la velocidad en presión. A continuación, la cubierta envía el agua a la descarga de la bomba (véase la figura 10.11).

El rodete gira a gran velocidad dentro de la cubierta, generalmente de 2.000 a 4.000 rpm. El agua se introduce desde la toma al oído del rodete (véase la figura 10.12). En cierta medida, la capacidad de volumen de la bomba depende del tamaño del oído, ya que, cuanto mayor sea el oído, mayor es la capacidad de flujo. Cuando el agua entra

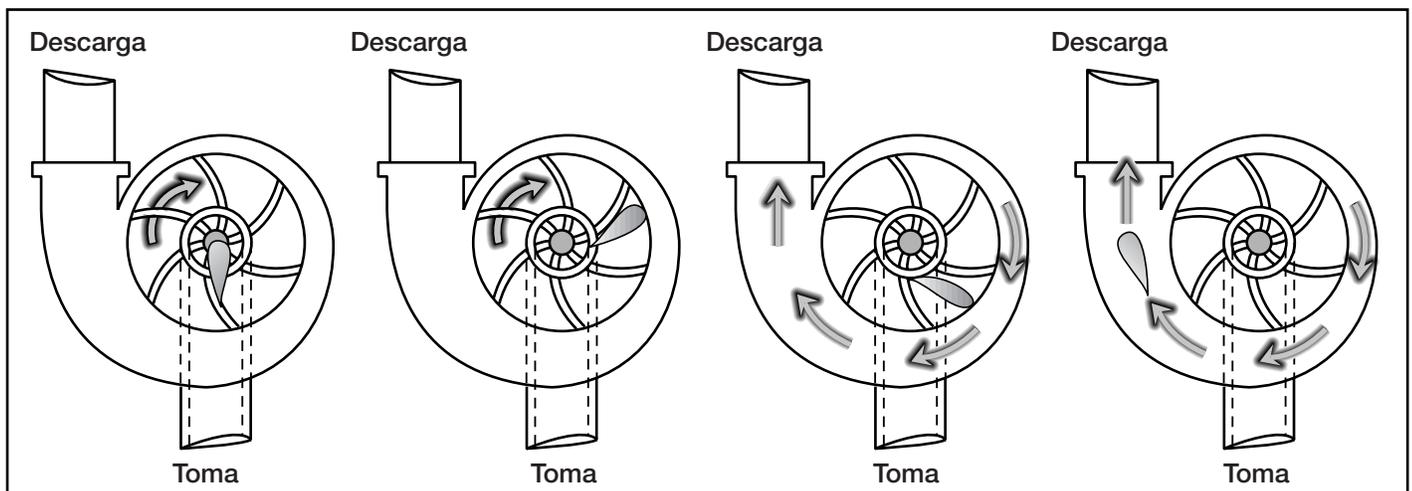


Figura 10.13 Estos diagramas muestran el recorrido del flujo de agua a través de la bomba centrífuga.



Figura 10.14 La presión neta de descarga de la bomba es la suma de la presión entrante en la bomba más la presión creada por la bomba.



Figura 10.15 Rodete de una bomba de una posición. *Gentileza de Hale Fire Pump Company.*

en contacto con las paletas del rodete, se expulsa hacia el exterior del mismo por la acción de la fuerza centrífuga (véase la figura 10.13). La carcasa del rodete aísla el agua, con lo que aumenta la velocidad de rotación. El rodete está montado en posición descentrada con respecto a la cubierta. A causa de esta colocación, el trayecto del agua va aumentando en la sección transversal a medida que se acerca a la salida de descarga de la bomba. Dicha sección de la bomba recibe el nombre de *voluta*. Se necesita un tamaño de la voluta cada vez mayor, ya que la cantidad de agua que pasa a través de la voluta aumenta a medida que se acerca a la salida de descarga. Asimismo, como el tamaño de la tubería de agua aumenta de modo gradual, la velocidad del agua que fluye por la tubería se reduce, de modo que la presión puede ir aumentando proporcionalmente. Existen tres factores principales que influyen en la presión de descarga de una bomba centrífuga contraincendios:

- La cantidad de agua que se descarga
- La velocidad a la que gira el rodete
- La presión del agua cuando entra en la bomba desde una fuente presurizada (un hidrante, un relé, etc.)

Si la salida de descarga tiene el diámetro suficiente para permitir que el agua salga a medida que es expulsada del rodete y recogida en la voluta, el aumento de presión es muy reducido. Si la salida de descarga está cerrada, se

produce un aumento de presión muy elevado. Si los demás factores son constantes, la cantidad de presión de salida que puede desarrollar una bomba depende directamente del volumen de agua que descarga. En pocas palabras, a mayor flujo de agua, menor presión de descarga.

Dado que la presión de descarga de la bomba centrífuga viene determinada por la velocidad y por la cantidad de agua en movimiento, la velocidad del rodete es un factor importante a la hora de establecer la presión que debe desarrollarse. Así, cuanto mayor sea la velocidad del rodete, mayor será la presión desarrollada. Este aumento corresponde aproximadamente al cuadrado del cambio en la velocidad del rodete. Por ejemplo, si se dobla la velocidad del rodete y se mantienen constantes los demás factores, se consigue una presión cuatro veces mayor.

Un tercer factor que influye en la presión de descarga es la presión de toma. Dadas las características de la bomba centrífuga, no existe ningún bloqueo mecánico entre la toma y la salida de descarga. La velocidad del agua en movimiento permite que la presión de descarga quede aislada de la presión de toma del rodete. El agua fluye a través de la bomba centrífuga aunque el rodete no gire. Cuando se envía agua al oído del rodete bajo presión, se mueve a través del rodete por sí misma. Cualquier movimiento del rodete incrementa tanto la velocidad del agua como el aumento de presión correspondiente en la voluta. Como la presión de toma se suma directamente a la presión desarrollada por la bomba, los cambios en la presión de toma se reflejan en la presión de descarga (véase la figura 10.14).

La bomba centrífuga funciona gracias a la velocidad del agua, que es lo que le permite desplazar el agua por su interior. Este tipo de bomba no puede bombear aire y tampoco es autocebable. Para que una bomba centrífuga pueda succionar agua, es preciso disponer de algún tipo de cebador externo para expulsar el aire y permitir que la presión atmosférica introduzca el agua en la bomba. Para desempeñar esa función, suele utilizarse uno de los dos

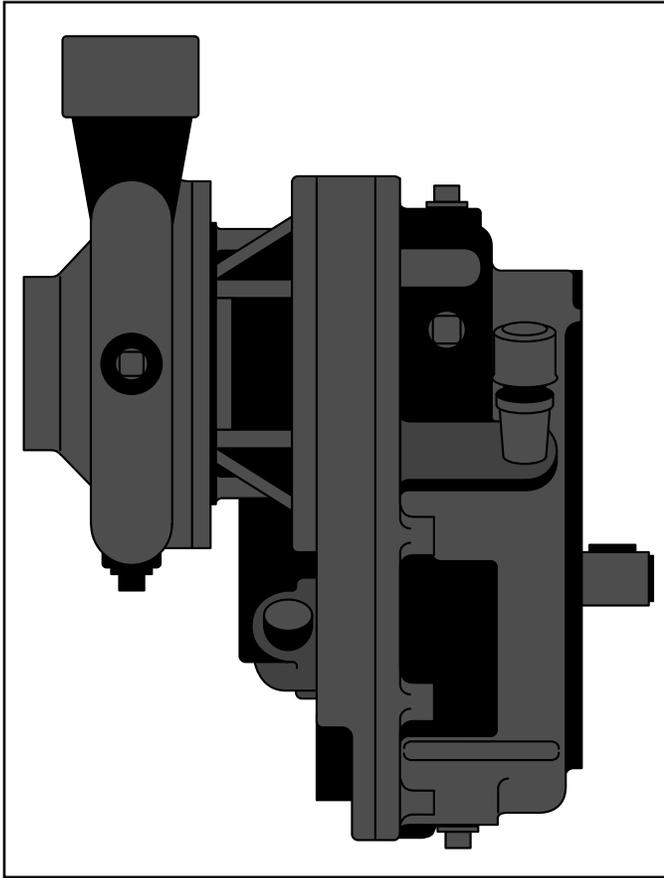


Figura 10.16 Este diagrama muestra el rodete de una posición y la cubierta de la bomba. *Gentileza de Waterous Company.*

tipos de bombas rotatorias descritas en el apartado de bombas volumétricas. Existen dos tipos básicos de bombas centrífugas utilizadas por el cuerpo de bomberos: de una posición y de dos posiciones.

Bombas centrífugas de una posición

Muchas bombas centrífugas utilizadas en el cuerpo de bomberos disponen de un único rodete y se conocen con el nombre de *bombas centrífugas de una posición* (véase la figura 10.15). Las bombas montadas en la parte delantera, las tomas de fuerza, las bombas que funcionan con motores independientes y las bombas maestras de transferencia utilizan un único rodete y una cubierta sencilla para proporcionar capacidades de hasta 8.000 L/min (2.000 gpm) (véase la figura 10.16).

Las bombas de gran capacidad necesitan rodetes grandes con vías de agua que presenten una resistencia mínima al movimiento del agua. Las leyes de la física establecen que para cada fuerza de acción se produce una fuerza de reacción de igual intensidad pero en sentido opuesto. El agua que está en movimiento en el interior de una bomba crea tensión la propia bomba, los cojinetes, otras partes móviles y las cubiertas montadas en el bastidor del vehículo.



Figura 10.17 Rodetes de una bomba contra incendios de dos posiciones tal como aparecen montados en el eje del rodete. *Gentileza de Hale Fire Pump Company.*

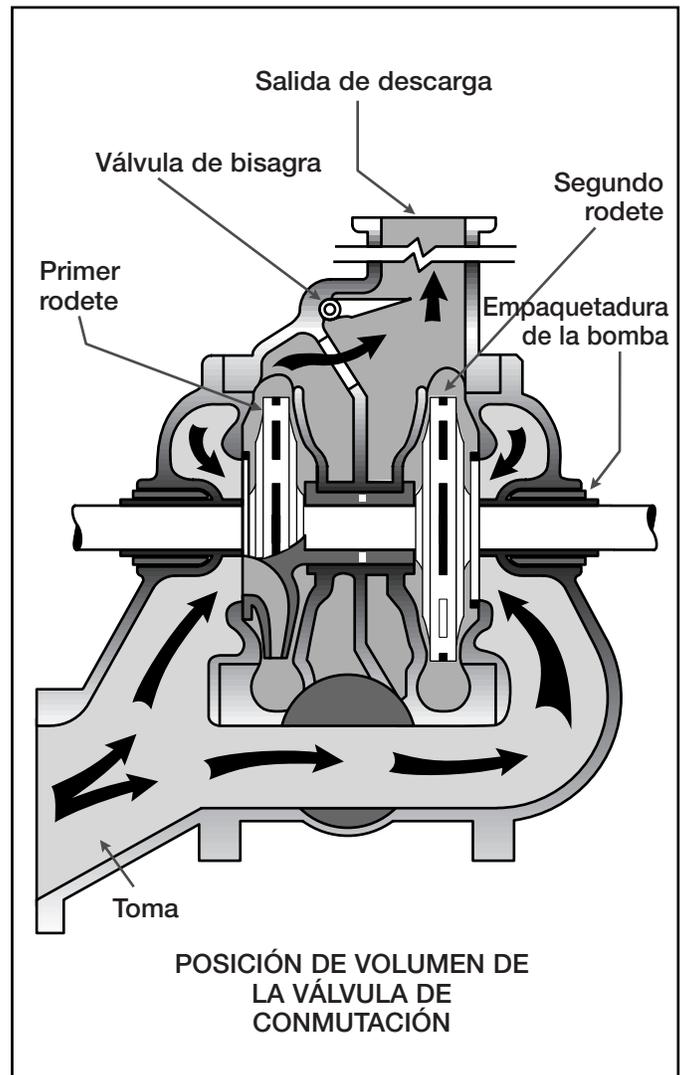


Figura 10.18 En la posición de volumen, cada uno de los rodetes toma agua de la fuente y la envía a la descarga.

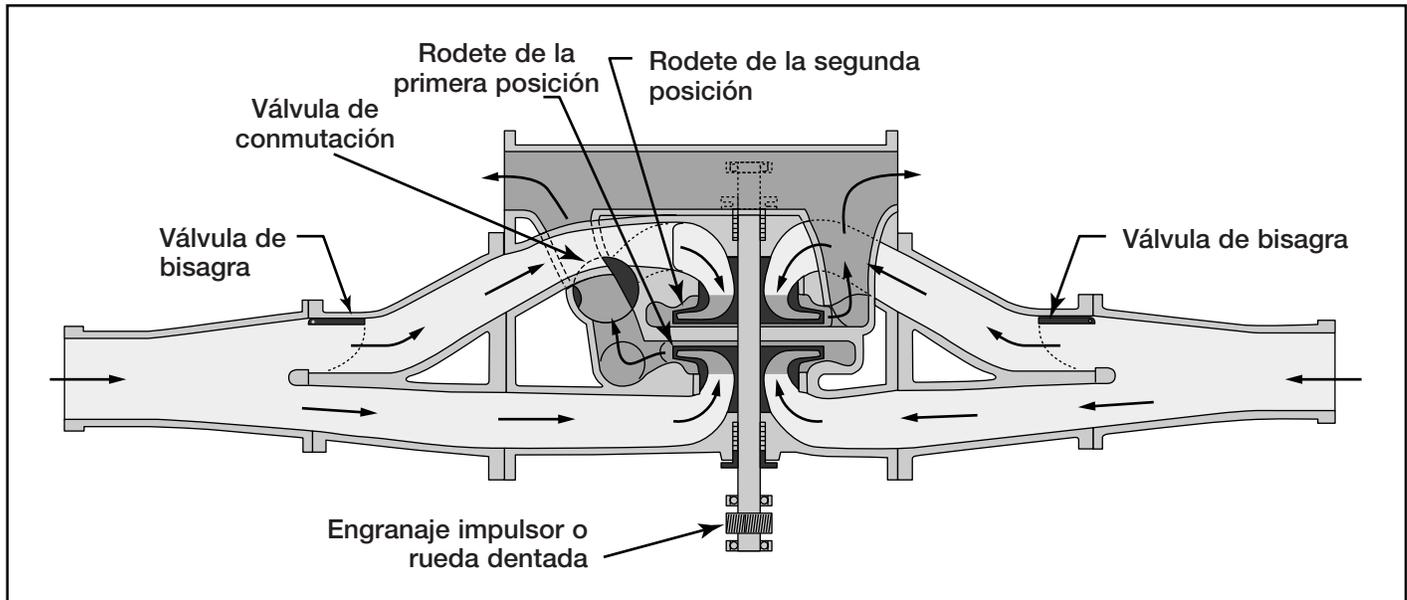


Figura 10.19 Recorrido del agua durante las actuaciones de bombeo en la posición de volumen. *Gentileza de Waterous Company.*

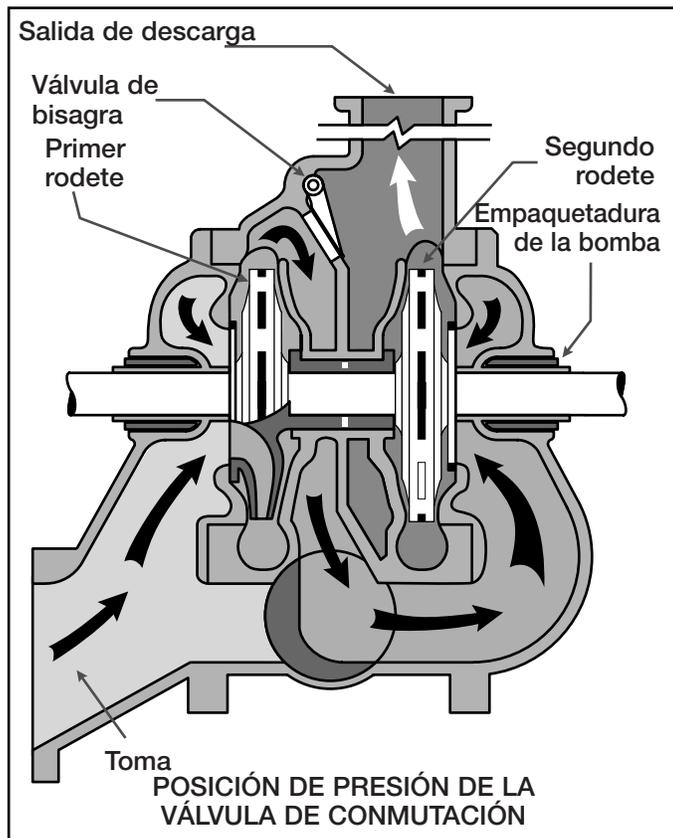


Figura 10.20 En la posición de presión, un rodete toma agua de la fuente de abastecimiento, le añade presión y entonces la descarga en el segundo rodete. En este rodete, se proporciona presión adicional al agua antes de descargarla de la bomba.

Con el fin de reducir el empuje lateral producido por las grandes cantidades de agua que se introducen en el oído del rodete, se ha diseñado un rodete de doble succión. El *rodete de doble succión* introduce el agua en la bomba desde dos lados, de modo que la fuerza de reacción contrarresta el empuje lateral. Asimismo, proporciona una vía de agua mayor para que el agua pueda desplazarse a través del rodete. Como el rodete gira a gran velocidad, se desarrolla un empuje radial a medida que se envía el agua a la salida de descarga. Los bordes de extracción situados en las volutas de descarga opuestas desvían el agua a 180°. El agua, que se descarga de modo dividido y se desplaza en dos direcciones, cancela el empuje radial. Este diseño da lugar a una bomba equilibrada hidráulicamente, lo que hace disminuir la tensión en la bomba y en el chasis, y contribuye a alargar la vida de la bomba y del vehículo.

Bombas centrífugas de dos posiciones

La *bomba centrífuga de dos posiciones* tiene dos rodetes montados en una sola cubierta. Los dos rodetes suelen estar montados sobre un eje propulsado por un solo engranaje impulsor (véase la figura 10.17). Por regla general, los dos rodetes son idénticos y tienen la misma capacidad. Lo que hace que la bomba de dos posiciones sea tan versátil y eficaz es su capacidad para conectar esas dos posiciones o en serie con el fin de conseguir la presión máxima o en paralelo para conseguir el volumen máximo utilizando una válvula de conmutación.

Bombeo en la posición de volumen (en paralelo). Si la bomba está en la posición de volumen, cada uno de los rodetes extrae agua de una fuente y la lleva hasta la descarga (véase la figura 10.18). Cada uno de los rodetes

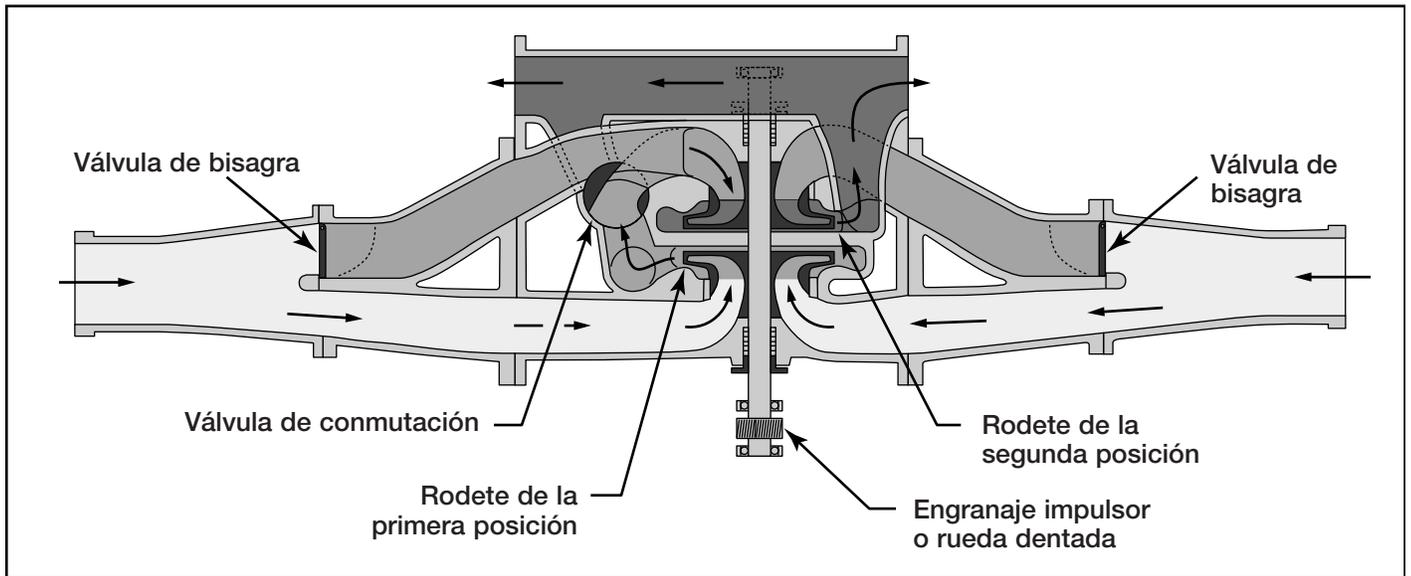


Figura 10.21 Recorrido del agua durante las actuaciones de bombeo en la posición de presión. Gentileza de Waterous Company.

es capaz de alcanzar su presión establecida con un flujo correspondiente al 50% de su capacidad establecida. Por tanto, la cantidad total de agua que puede bombear la bomba es igual a la suma de cada una de las posiciones. Si la bomba está diseñada para descargar 4.000 L/min (1.000 gpm) a 1.000 kPa (150 lb/pulg²), cada uno de los rodets proporciona 2.000 L/min (500 gpm) al conducto de descarga (véase la figura 10.19). En este punto, las dos corrientes de agua se combinan, de modo que la cantidad total disponible para la descarga es de 4.000 L/min (1.000 gpm) a una presión neta de la bomba de 1.000 kPa (150 lb/pulg²). Si se cambia la válvula de conmutación a la posición en serie, o de presión, aumenta considerablemente la presión máxima. Sin embargo, el aumento de presión provoca una correspondiente reducción del volumen. El conductor/operario debe recordar que la bomba recibe su flujo máximo a 1.000 kPa (150 lb/pulg²). Si se aumenta la presión de descarga por encima de esta cifra, se disminuye el volumen de agua que se descarga.

Bombeo en la posición de presión (en serie). Cuando la válvula de conmutación está en la posición de presión, toda el agua del colector de admisión se dirige al oído del primer rodete (véase la figura 10.20). En función del fabricante de la bomba, la primera posición aumenta la presión y descarga entre un 50 y un 70% de la capacidad de volumen a través de la válvula de conmutación y hacia el oído del segundo rodete. El segundo rodete aumenta la presión y descarga el agua a la presión más elevada en el orificio de descarga de la bomba (véase la figura 10.21). En este punto, la presión es mucho más elevada que en la posición en paralelo (de volumen) porque el mismo chorro de agua ha pasado a través de dos rodets, con lo

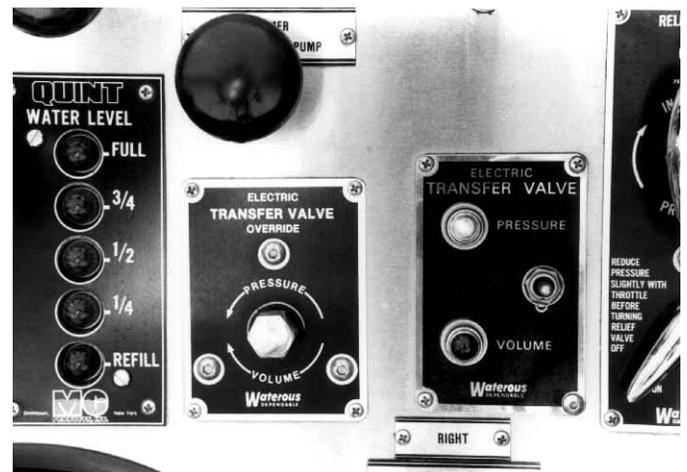


Figura 10.22 La válvula de conmutación sirve para cambiar de la posición de volumen a la de presión.

que las presiones se han sumado. Si sólo hay un rodete, en lugar de dos, descargando agua al orificio de descarga de la bomba, como en la posición en paralelo (de volumen), el volumen total de agua se limita a la cantidad que puede descargar un rodete.

Todos los fabricantes de bombas contra incendios disponen de recomendaciones al respecto de cuándo la válvula de conmutación de su bomba debe estar en posición de volumen o de presión (véase la figura 10.22). El proceso de cambiar entre las posiciones de presión y de volumen suele denominarse *conmutación*. Tradicionalmente, el cuerpo de bomberos siempre ha recomendado que, por regla general, se sitúe la válvula de conmutación en la posición de presión hasta que sea necesario descargar un volumen superior a la mitad de la

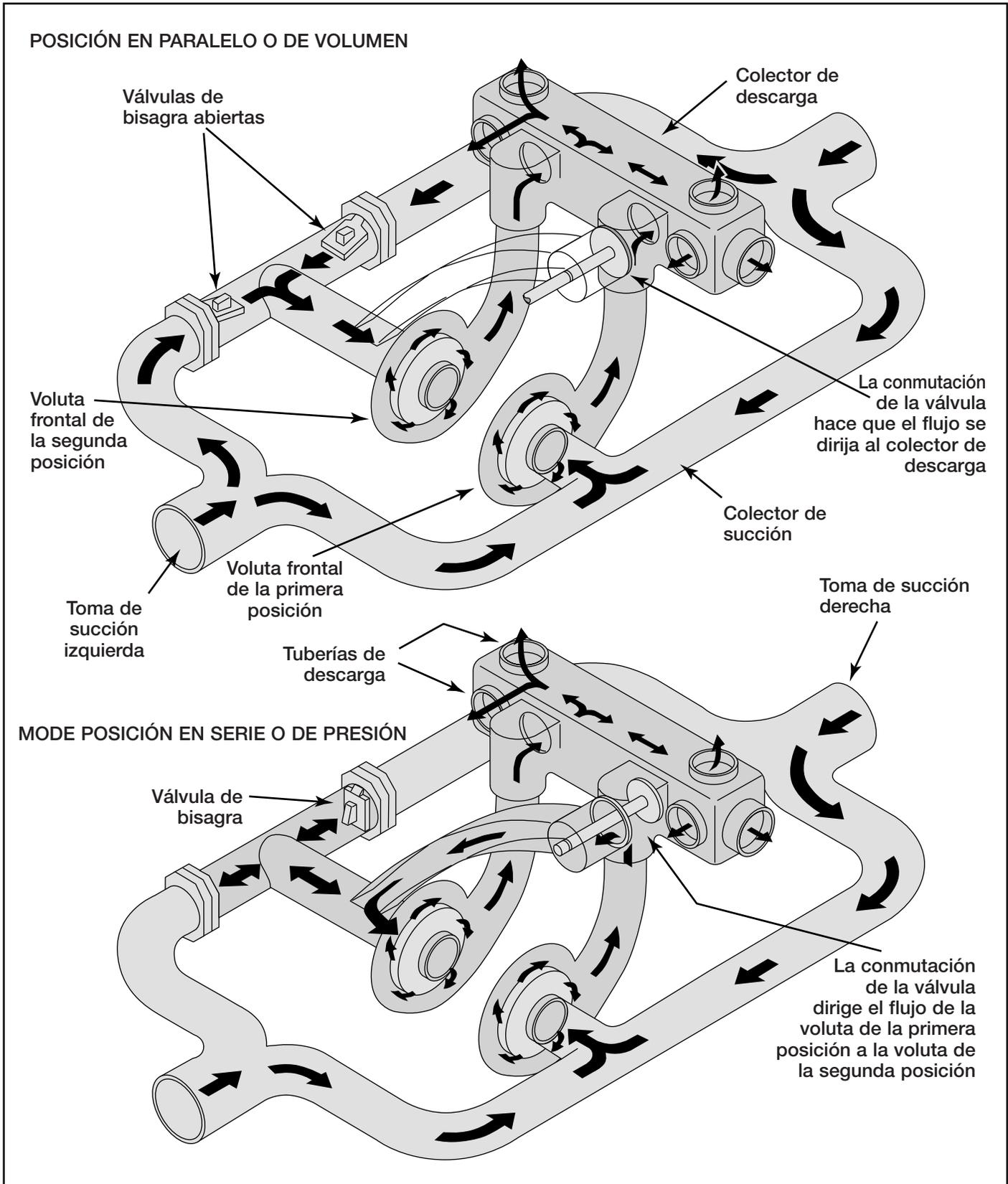


Figura 10.23 La posición de las válvulas de bisagra depende de la posición de bombeo que se utilice.

capacidad de volumen establecida para la bomba. Sin embargo, los avances en el diseño y en la eficacia de las bombas contra incendios permiten que ahora la mayoría de fabricantes especifiquen que la bomba puede permanecer en la posición de presión hasta que sea necesario descargar más de dos tercios de la capacidad de volumen establecida. A flujos inferiores, trabajar en la posición en serie (presión) reduce la carga y las rpm que necesita el motor. El conductor/operario debe consultar el manual del fabricante de la bomba de su vehículo con el fin de obtener información sobre el flujo recomendado con el que debe realizarse la conmutación.

Cuando la válvula de conmutación se activa en las bombas de dos posiciones, se producen cambios repentinos en la presión cuando el agua cambia su dirección de flujo. Por ejemplo, si se cambia de volumen a presión se dobla la presión de descarga anterior. Dicha presión puede estropear las líneas de mangueras y las bombas contra incendios, y provocar heridas a los bomberos que trabajen con las líneas de mangueras si, de repente, se alcanza una presión excesiva en la bomba. La presión neta máxima de descarga de la bomba a la que se puede activar la válvula de conmutación varía en función del fabricante y de la antigüedad de la bomba. Sin embargo, en la mayoría de casos, está presión máxima recomendada no deberá exceder los 535 kPa (75 lb/pulg²). Puede producirse una pequeña interrupción de las actuaciones contra incendios cuando se realiza la conmutación. El tiempo necesario para que la conmutación sea efectiva tendría que ser mínimo. Es importante realizar la conmutación de modo coordinado con los equipos de ataque para que las líneas no se corten en momentos en los que los equipos se encuentren en una situación peligrosa.

El operario debe intentar anticipar qué se le exigirá al autobomba a medida que progresa la actuación contra incendios y debe colocar la bomba en la posición adecuada. Si se presenta alguna duda sobre el funcionamiento correcto de la válvula de conmutación, es mejor dejarla en paralelo (volumen) que en serie (presión). Aunque con la posición en paralelo (volumen) puede resultar difícil alcanzar la presión deseada, se puede descargar el 100% de la capacidad de volumen establecida a 1.000 kPa (150 lb/pulg²). Es posible que en la posición en serie (presión) no se pueda mantener el volumen de agua necesario para las líneas de ataque.

El accionamiento de la válvula de conmutación se realiza manualmente en muchas bombas de dos posiciones, en especial en las más antiguas. Si ese es el caso, un dispositivo de protección hace que sea físicamente imposible efectuar la conmutación cuando la bomba trabaja a presiones elevadas. Las bombas más

modernas están equipadas con una válvula de conmutación mecánica. Dicha válvula puede activarse utilizando electricidad, presión de aire, vacío del colector de admisión del motor (sólo en motores de gasolina) o incluso utilizando la propia presión del agua para realizar la conmutación.

Numerosas válvulas de conmutación mecánicas se activan a presiones de 1.380 kPa (200 lb/pulg²). Esas presiones pueden representar un peligro extremo para el personal y el equipo, de modo que hay que tener precaución con este tipo de válvulas. En caso de que esté disponible, el control mecánico puede tener algún tipo de palanca manual para poder realizar la conmutación en caso de que falle el sistema mecánico. Es importante que todos los operarios conozcan esta palanca manual y que practiquen con ella a menudo.

Las válvulas de bisagra son esenciales en una bomba de dos posiciones (véase la figura 10.23). Si se quedan abiertas o cerradas, o les entran restos, la bomba no funcionará correctamente en la posición de presión (en serie). En el momento en el que se activa la válvula de conmutación, la válvula de bisagra permite que el agua vuelva a la toma, y ésta se agita en el interior de la bomba en lugar de aumentar a presión. El funcionamiento de esta válvula puede comprobarse retirando el filtro de todas las aperturas de toma grandes, alcanzando la válvula que se encuentra en el interior de la bomba con alguna barra y asegurándose de que la válvula puede moverse sin trabas. En algunos casos, puede ser preciso dejar la válvula de bisagra abierta con ayuda de la barra para asegurarse de que la bomba se puede vaciar correctamente.

Algunos fabricantes han utilizado hasta cuatro rodetes conectados en serie para desarrollar presiones de hasta 6.900 kPa (1.000 lb/pulg²) para la lucha contra incendios con chorros nebulizadores a alta presión. Otro método consiste en proporcionar una bomba centrífuga de una posición y de alta presión montada en el exterior de una bomba convencional de dos posiciones con un sistema de transmisión independiente. Cuando se necesitan presiones superiores a 1.725 kPa (250 lb/pulg²), la tercera posición independiente puede ponerse en marcha para aumentar la presión de la segunda posición hasta alcanzar un nivel mayor. Este tipo de bombas suelen encontrarse en ciudades que tienen un gran número de edificios elevados. Las capacidades de aumento de presión permiten a los autobombas del cuerpo de bomberos abastecer los rociadores y los sistemas de tuberías montantes en los edificios elevados. Los autobombas diseñados para proporcionar presiones elevadas deben estar equipados con mangueras contra incendios cuyas capacidades se adecuen a dichas presiones.

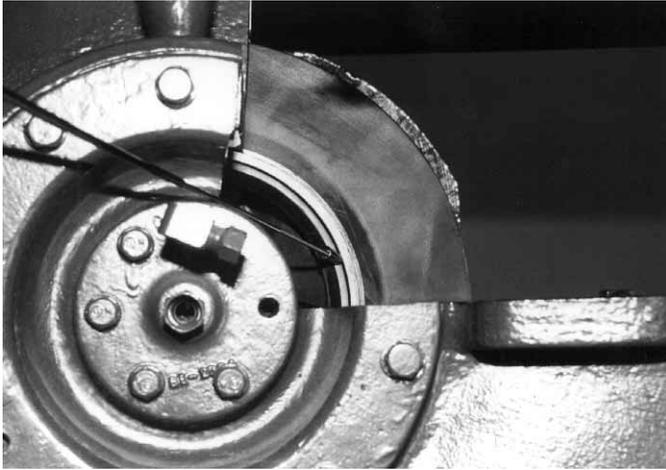


Figura 10.24 Los anillos para desgaste, que pueden cambiarse, son fundamentales para mantener la separación adecuada entre el núcleo del rodete y la cubierta.



Figura 10.25 En algunos casos, el operario puede detectar el calor de la bomba tocando las tuberías de entrada.

Empaquetadura y anillos de desgaste de las bombas

Aunque la zona de descarga de la bomba no está aislada de modo mecánico de la toma en el rodete, la velocidad del agua que se mueve a través del rodete hace que la mayoría de agua de la descarga no vuelva a la toma. La presión en la voluta es mucho mayor que la presión en la toma de la bomba del oído del rodete, de modo que debe mantenerse una tolerancia estricta entre la cubierta de la bomba y el núcleo del rodete. Esta apertura suele estar limitada a 0,25 mm (0,01 pulgadas) o menos. Cualquier aumento en las dimensiones de la apertura reduce la efectividad de la bomba.

En todas las fuentes de agua encontramos impurezas, sedimentos y suciedad. A medida que esos elementos van pasando a través de la bomba, producen un desgaste al entrar en contacto con el rodete, que gira a casi 4.000 rpm cuando la bomba alcanza su capacidad establecida. Este proceso se acelera cuando la bomba debe bombear agua

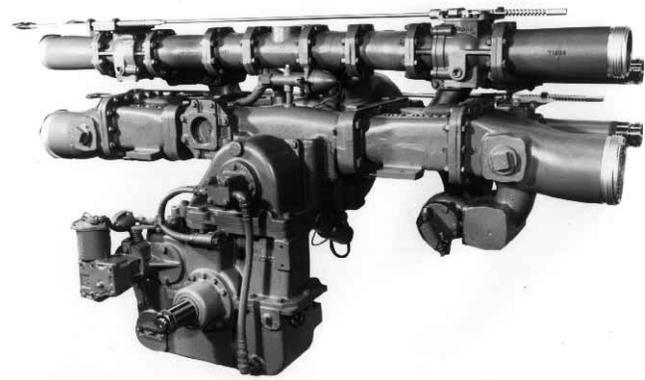


Figura 10.26 La bomba contraincendios gira gracias a una caja de engranajes o, como en este caso, a una cadena de transmisión. *Gentileza de Waterous Company.*

con un gran contenido en arena. Las partículas de arena que pasan entre el rodete y la cubierta de la bomba actúan como un papel de lija que desgasta las superficies metálicas. A medida que aumenta el hueco provocado por el desgaste, se permite que mayores cantidades de agua vuelvan a la toma y, por tanto, la bomba no es capaz de descargarlas. Finalmente, la bomba ya no puede proporcionar su capacidad establecida. El primer indicio de que el desgaste se está convirtiendo en un problema es un aumento de las rpm que necesita el motor para lograr la capacidad establecida en las pruebas de la bomba.

Para restaurar la capacidad de la bomba sin tener que cambiarla, pueden utilizarse anillos de desgaste y anillos de separación de recambio que se colocan en el interior de la cubierta de la bomba para mantener el espacio deseado entre el núcleo del rodete y la cubierta (véase la figura 10.24). Si el desgaste también ha afectado al núcleo del rodete, pueden instalarse anillos para desgaste más pequeños con el fin de compensar la reducción de tamaño y mantener así la separación adecuada.

La bomba centrífuga se diferencia de la bomba volumétrica en que los daños provocados por cerrar todas las descargas durante períodos reducidos son insignificantes o inexistentes. Si se cierran las descargas, la energía que se transmite al rodete se disipa en forma de calor a medida que el agua se agita dentro de la bomba. Si se permite que esta situación continúe durante períodos prolongados, el agua de la bomba se calienta demasiado y las piezas metálicas tienden a dilatarse. Recuerde que la velocidad del calentamiento es directamente proporcional al aumento de velocidad de la bomba. Si los anillos de desgaste y el rodete se dilatan demasiado, pueden entrar en contacto entre sí, por lo que la fricción de las dos superficies puede provocar un mayor aumento del calor. En casos extremos, los anillos de desgaste pueden agarrarse, lo que provocaría graves daños a la bomba. El mejor método para asegurarse de que eso no

sucedan es vigilar que el agua se esté moviendo por la bomba en todo momento.

Es mejor que el conductor/operario no ponga la bomba en una posición en la que pueda recalentarse. El conductor/operario puede comprobar la temperatura de la bomba poniendo la mano sobre la tubería de toma de la bomba (véase la figura 10.25). Si, al tocarla, nota que está caliente, abra una válvula de descarga o una válvula del circulador. Si no está previsto descargar agua durante un período prolongado, la bomba debe desactivarse hasta que se necesite.

Los rodetes están sujetos a un eje que, a su vez, está conectado a una caja de engranajes (véase la figura 10.26). La caja de engranajes transmite la energía necesaria para hacer que los rodetes giren a altas velocidades. En el momento en el que el eje pasa a través de la cubierta de la bomba, debe mantenerse semicerrada una junta hermética para evitar escapes de aire que puedan interferir con una actuación de succión. En la mayoría de bombas contraincendios, para conseguir este sello, se utilizan empaquetaduras (véase la figura 10.27). El tipo de empaquetadura más habitual es la fabricada con fibras para cuerdas impregnadas con grafito o con plomo. El material se introduce en un prensaestopas que funciona con un mecanismo de ajuste.

A medida que se va desgastando la empaquetadura el funcionamiento del eje, se puede apretar el prensaestopas para controlar los escapes. En los puntos en los que la empaquetadura entra en contacto con el eje, se produce calor debido a la fricción con la empaquetadura. Para solucionar este problema, puede utilizarse un anillo de cierre hidráulico (anillo separador) junto con la empaquetadura, lo que favorece el enfriamiento y la lubricación. Una pequeña cantidad de agua se escapa alrededor de la empaquetadura y evita los aumentos de calor excesivos. Si la empaquetadura está demasiado apretada, el agua no puede fluir entre la empaquetadura y el eje, por lo que se produce un aumento de calor. Si el eje está rayado, incluso utilizando material de empaquetadura nuevo, es posible que no se logre una junta hermética eficaz.

Si observamos que cae una cantidad excesiva de agua de la bomba durante su funcionamiento, podemos deducir que la empaquetadura está floja. En tal caso, los escapes de aire pueden perjudicar la capacidad de succión de la bomba. El ajuste de la empaquetadura debe llevarse a cabo con cuidado y según las instrucciones del fabricante. No obstante, por regla general, cuando la bomba trabaja a presiones elevadas, pueden caer algunas gotas de agua del prensaestopas, pero no debe llegar a producirse un escape de chorro continuo.

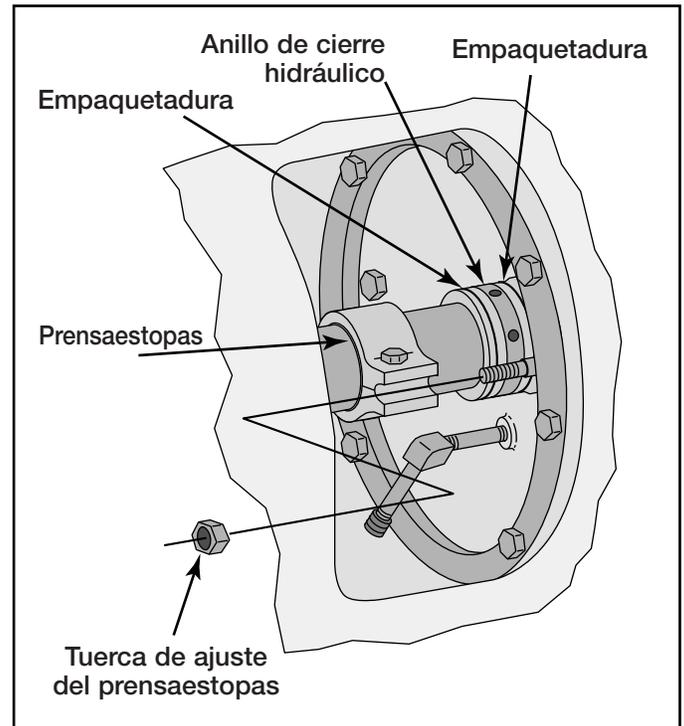


Figura 10.27 Este diagrama muestra la disposición de la empaquetadura de la bomba.

La empaquetadura sólo recibe el agua necesaria para la lubricación si la bomba está llena y funciona bajo presión. **Si la bomba está en marcha sin agua, el eje resulta dañado.** De ese modo, el eje se debilita y puede fallar en futuros usos.

Algunos cuerpos de bomberos mantienen la bomba drenada entre emergencias y emergencias. Esta práctica es especialmente habitual en climas fríos. Si la bomba no se utiliza durante períodos prolongados, la empaquetadura puede llegar a secarse y, como consecuencia, pueden producirse escapes excesivos. Después de que la bomba haya permanecido vacía, no debe realizarse el ajuste de la empaquetadura hasta que la bomba trabaje bajo presión y la empaquetadura pueda cerrarse correctamente.

Si la bomba está equipada con juntas herméticas mecánicas en lugar de empaquetaduras, el agua no goteará y no será necesario realizar ajustes. De nuevo, es importante que la bomba se ponga en marcha con regularidad para poder lubricar las juntas herméticas. Hay que tener en cuenta que las juntas herméticas son especialmente problemáticas si se congelan. La congelación puede causar daños que deben ser reparados inmediatamente. Además, el proceso de reparación no es sencillo, ya que hay que desmontar toda la bomba y el ensamblaje de transmisión para realizar la reparación y cambiar las juntas herméticas.



Figura 10.28 En los vehículos contra incendios forestales suelen utilizarse bombas con motores auxiliares.



Figura 10.29 Las bombas montadas en remolques disponen de motores auxiliares.

Montaje de la bomba y tipo de mecanismo impulsor

Existen diversos tipos de montajes para bombas y de sistemas de impulsión que deben tenerse en cuenta a la hora de diseñar un autobomba del cuerpo de bomberos. El coste, la forma, el espacio necesario, la facilidad de mantenimiento e, incluso, la tradición son factores que determinan la elección de esos dos elementos, pero el factor más importante es el uso que se hará de la bomba. Cada sistema dispone de unas características concretas que lo hacen más o menos adaptable a las necesidades de un determinado cuerpo de bomberos.

Bombas con motores auxiliares

Las bombas con motores auxiliares son aquéllas que funcionan con un motor de gasolina o diesel independiente del motor utilizado para conducir el vehículo. Algunos fabricantes tienen modelos que funcionan con combustibles especiales, como combustible de reacción, para aplicaciones militares u otros casos especiales. Aunque se utilizan en algunos

autobombas estructurales, las aplicaciones más habituales de las bombas con motores auxiliares son:

- Vehículos de rescate y lucha contra incendios en aeronaves
- Vehículos contra incendios forestales (véase la figura 10.28)
- Vehículos de abastecimiento de agua
- Bombas contra incendios montadas en remolques
- Bombas contra incendios portátiles

Las bombas con motores auxiliares ofrecen la máxima flexibilidad. Al disponer de un motor independiente, se puede montar la bomba en cualquier parte del vehículo. La presión de la bomba es independiente del sistema de transmisión del vehículo, lo que las hace ideales para las actuaciones de bombeo en movimiento. (El bombeo en movimiento consiste en bombear agua al tiempo que el vehículo circula.) Las bombas con motores auxiliares se utilizan en vehículos de rescate y lucha contra incendios en aeronaves, en vehículos contra incendios forestales o en camiones cisterna. La capacidad de bombeo de esas unidades suele ser de 1.600 L/min (400 gpm) o menos. En muchos casos, esas bombas forman parte de un ensamblaje montado sobre patines que incluye una pequeña cisterna de agua, un carrito para manguera nodriza y plataformas para mangueras para líneas de ataque de pequeño diámetro. Los cuerpos de bomberos compran ese tipo de ensamblajes y los montan en la parte trasera de una camioneta para tener un vehículo contra incendios de ataque pequeño.

Las bombas con motores auxiliares utilizadas en los vehículos de rescate y lucha contra incendios en aeronaves y para aplicaciones con remolques suelen tener una capacidad mayor, de hasta 16.000 L/min (4.000 gpm) o más. Funcionan con motores diesel capaces de alcanzar 500 caballos o más. Las bombas montadas en remolques suelen utilizarse en instalaciones industriales y de formación de bomberos (véase la figura 10.29).

Bombas con toma de fuerza

Las bombas con este tipo de mecanismo impulsor funcionan con un eje motor conectado a la toma de fuerza que se encuentra en la transmisión del chasis (véase la figura 10.30). Las bombas con toma de fuerza se utilizan principalmente en vehículos de ataque inicial, de lucha contra incendios forestales y de abastecimiento de agua. Sin embargo, en los últimos años, se utilizan cada vez más en los autobombas estructurales.

El montaje correcto de estas unidades es esencial para llevar a cabo actuaciones contra incendios fiables y sin problemas. La caja del engranaje de la bomba debe montarse en un lugar que permita que la bomba forme el

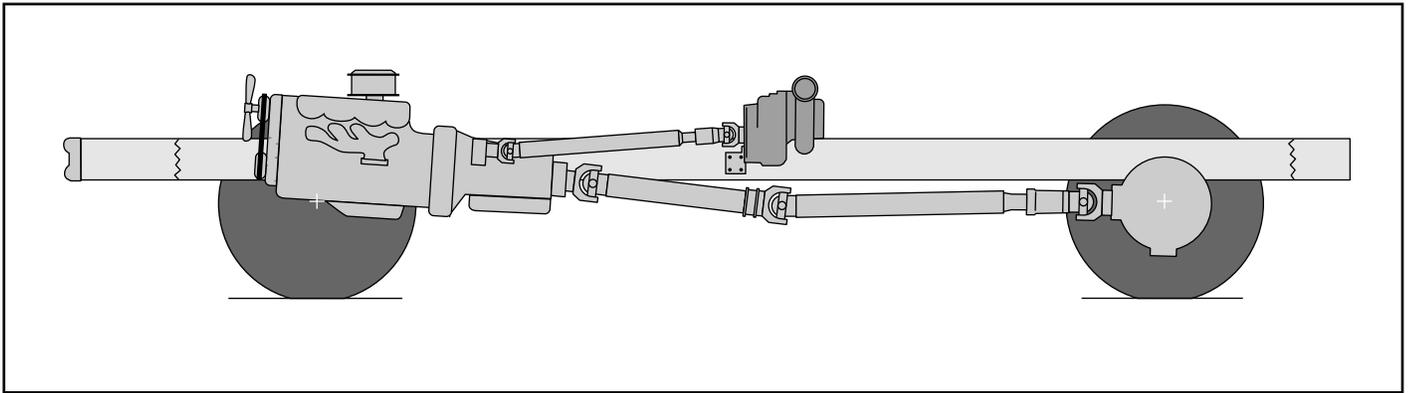


Figura 10.30 Disposición básica de un sistema de bombeo con toma de fuerza

mínimo ángulo posible con el eje motor. Al mismo tiempo, no debe sobresalir del chasis, de modo que se eviten sufrir daños tanto si las unidades circulan por vías pavimentadas como si dichas vías no están pavimentadas. Pueden utilizarse determinados tipos de placas deslizantes para proteger la bomba si sobresale por debajo del chasis.

El mecanismo de impulsión de la bomba de toma de fuerza consiste en un engranaje intermedio situado en la transmisión del vehículo. La velocidad del eje es independiente de la marcha en la que esté situada la transmisión de carretera cuando se está utilizando la bomba, pero está controlada por el embrague. Si el operario desembraga para detenerse momentáneamente o para cambiar de marcha, la bomba también se detiene. La bomba con toma de fuerza es apta para las actuaciones de bombeo en movimiento, pero no es tan eficaz como las unidades con motor independiente.

La presión desarrollada viene determinada por la velocidad del motor, por lo que la presión cambia cuando el conductor cambia la velocidad del vehículo. Si la unidad está diseñada para el bombeo en movimiento, es preciso montar un manómetro de presión dentro de la cabina y a la vista del conductor, y, mientras las líneas de mangueras estén en funcionamiento, es necesario conducir el vehículo en función de la lectura del manómetro en lugar de tener en cuenta el velocímetro. Sin embargo, el conductor/operario debe seguir tomando precauciones para no conducir el vehículo demasiado rápido según la situación.

Las unidades de toma de fuerza convencionales limitan la capacidad de la bomba a unos 2.000 L/min (500 gpm), ya que dichas unidades están montadas en el lado de la transmisión, y la tensión máxima que puede soportar la carcasa limita los caballos disponibles a 35, aproximadamente. Asimismo, los fabricantes de la bomba establecen limitaciones para las rpm transmitidas al mecanismo de impulsión de la bomba.

En los últimos años, algunos fabricantes proporcionan tomas de fuerza con “máxima potencia” que permiten la



Figura 10.31 En algunas jurisdicciones son más habituales las bombas montadas en la parte delantera.

instalación de bombas de hasta 5.000 L/min (1.250 gpm). Este tipo de toma de fuerza se utiliza sobre todo en algunas de las transmisiones automáticas en las que el volante del motor hace funcionar la unidad de toma de fuerza. De ese modo, se obtiene la potencia que necesitan las bombas de mayores dimensiones y que las tomas de fuerza tradicionales no podían alimentar.

Bomba montada en la parte delantera

En algunos vehículos, el parachoques delantero sobresale más de lo normal, de modo que hay espacio suficiente para montar una bomba entre el parachoques y el radiador (véase la figura 10.31). Ese tipo de bombas funciona con una caja de engranajes y un pedal de embrague conectado mediante un eje con junta de cardán a la parte frontal del cigüeñal (véase la figura 10.32). La caja de engranajes utiliza un coeficiente multiplicador del engranaje, lo que hace que el rodete de la bomba gire a mayor velocidad que el motor. Este coeficiente se establece con el fin de hacer coincidir la curva de fuerza del motor con la velocidad de rotación necesaria para que el rodete alcance la capacidad establecida de la bomba. Generalmente, se encuentra entre 1,5:1 y 2,5:1. La bomba con máxima capacidad que

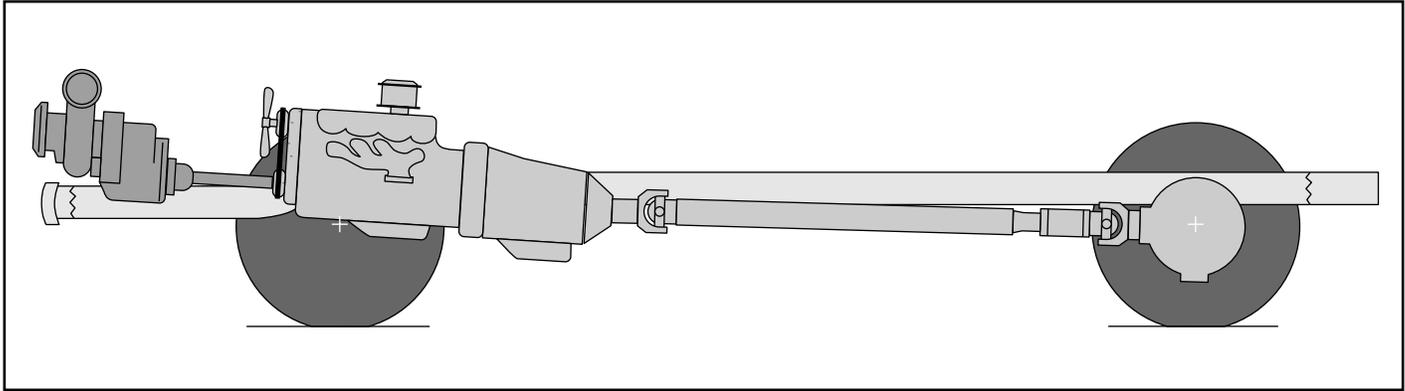


Figura 10.32 Mecanismo de transmisión de las bombas montadas en la parte delantera.



Figura 10.33 Las bombas maestras son las más utilizadas actualmente por los cuerpos de bomberos.

puede utilizarse depende de las limitaciones del motor que la hace funcionar, pero suelen alcanzarse los 5.000 L/min (1.250 gpm) sin que los fabricantes de la transmisión, de la bomba o del vehículo deban realizar modificaciones importantes. Para poder utilizar una bomba montada en la parte delantera, el bastidor debe disponer de una toma de fuerza montada en la parte delantera que sirva de cople para la parte delantera del cigüeñal. Asimismo, el bastidor tiene que estar equipado con una apertura en el radiador por la que introducir el eje motor cuando sea necesario.

Uno de los inconvenientes de la bomba montada en la parte delantera es que la bomba y los manómetros tienen más posibilidades de congelarse en climas fríos que las bombas que se encuentran dentro del vehículo. Para contrarrestar este efecto negativo, pueden utilizarse líneas externas que hagan circular el anticongelante del radiador a través de la bomba. Por otra parte, los manómetros y las líneas de conexión también pueden sufrir daños en climas fríos. Siempre que sea posible, es mejor mantener los manómetros resguardados y protegerlos de las condiciones meteorológicas adversas.

La bomba montada en la parte delantera se encuentra en una posición vulnerable en caso de choque. Por ello, es importante que el bastidor y la carrocería se modifiquen

para proporcionar una protección sólida a la bomba. Siempre que se han instalado correctamente, las bombas montadas en la parte delantera han resistido a accidentes que han causado daños considerables al vehículo.

Al igual que las bombas con toma de fuerza, este tipo de bombas son aptas para las actuaciones de bombeo en movimiento. De nuevo, si la unidad va a utilizarse para ese tipo de actuaciones, es necesario colocar un manómetro de presión dentro de la cabina para que el conductor pueda utilizarlo como referencia en vez de usar el velocímetro.

Las bombas montadas en la parte delantera se controlan desde el mismo punto donde están instaladas. A consecuencia de ello, el conductor/operario se encuentra en una posición vulnerable, al tener que estar delante del vehículo para accionar la bomba. Por tanto, es esencial que se disponga de un dispositivo de bloqueo para evitar que la transmisión del vehículo se ponga en marcha mientras la bomba está en funcionamiento. Dicho dispositivo es necesario tanto si la transmisión es manual como automática, y siempre debe utilizarse cuando la bomba está en servicio. Dado que la palanca que pone la bomba en funcionamiento se encuentra en la propia bomba, es preciso que haya una luz de advertencia en la cabina para alertar al conductor y comunicarle que la bomba está en marcha. Si se conduce el vehículo mientras la bomba está encendida pero no descarga agua, ésta puede resultar dañada. Los daños afectan a la empaquetadura cuando la bomba funciona seca, y también a la propia bomba si se sobrecalienta el agua al estar moviéndose en la bomba sin que fluya agua.

Bombas maestras de transferencia

La mayoría de los autobombas del cuerpo de bomberos llevan la bomba contraincendios montada lateralmente a lo largo de la carrocería situada detrás del motor y de la transmisión (véase la figura 10.33). La bomba recibe la potencia gracias al uso de una caja de

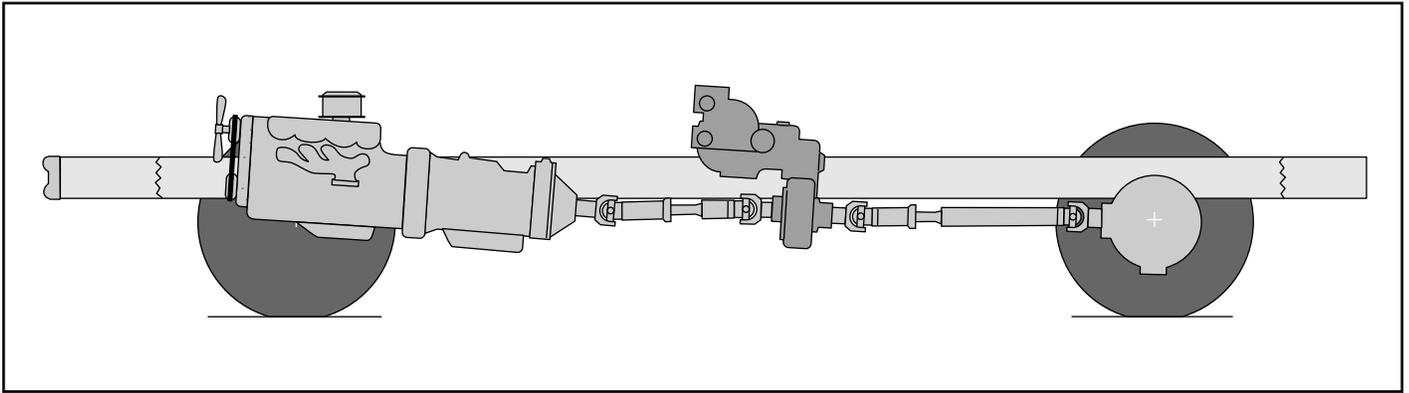


Figura 10.34 Mecanismo de transmisión de una bomba maestra de transferencia.

engranajes con eje partido (caja de transferencia) situada en el árbol de transmisión entre la transmisión y el eje trasero (véase la figura 10.34). Si se introduce un engranaje y un collar dentro de la caja de engranajes, puede desviarse la potencia del eje trasero y transmitirla a la bomba contraincendios. Así, la bomba recibe la potencia de una serie de engranajes o de una cadena de transmisión.

El coeficiente del engranaje está establecido para hacer coincidir la curva de fuerza del motor con la velocidad de rotación necesaria para que el rodete alcance la capacidad establecida de la bomba. Este coeficiente se determina de modo que el rodete gire a mayor velocidad que el motor, normalmente 1,5 ó 2,5 veces más rápido. La capacidad máxima que puede obtenerse con este sistema está limitada sólo por los caballos del motor y el tamaño de la bomba. La mayoría de bombas contraincendios pueden funcionar a muchas capacidades, que están determinadas por la distribución de las tuberías y el coeficiente de engranaje utilizado. Por ejemplo, una bomba centrífuga de dos posiciones de las más utilizadas por los cuerpos de bomberos puede tener una capacidad establecida de entre 2.000 L/min y 6.000 L/min (de 500 gpm a 1.500 gpm), que no afecta a la bomba.

En una distribución normal, la caja de transferencia se controla desde la cabina del vehículo mediante un mecanismo mecánico articulado o mediante controles eléctricos, hidráulicos o por aire. Si el autobomba está equipado con alguno de estos elementos, el conductor tiene que poner en marcha la bomba y colocar la transmisión en la marcha correcta antes de bajar de la cabina. Si no se elige la marcha adecuada, la bomba no gira a las rpm necesarias para funcionar correctamente. La mayoría de vehículos registran la velocidad del motor en km (millas) por hora en el velocímetro cuando la bomba está en marcha y la transmisión está activada. Compruebe que la transmisión esté en la marcha correcta observando la lectura del velocímetro después de encender la bomba. Con el motor en ralentí y la bomba en

marcha, la mayoría de velocímetros dan una lectura de entre 16 y 24 km/h (entre 10 y 15 millas/hora), dependiendo del vehículo. Es posible que algunos vehículos más modernos estén diseñados de modo que el velocímetro no pase de los 0 km/h cuando el motor está encendido. En ese caso, el único método para comprobar visualmente que la transmisión está en la marcha adecuada es observar la lectura de un tacómetro situado en la parte trasera de la caja de transferencia. Es evidente que este método no es muy útil para la mayoría de las observaciones del cuerpo de bomberos. La información sobre los procedimientos de bombeo adecuados se encuentra en el capítulo 11 de este manual y proporciona datos útiles sobre cómo asegurarse de que la transmisión está en la marcha correcta en esos casos.

Para evitar daños a los engranajes, pise el pedal del embrague y coloque la transmisión en punto muerto mientras se realiza la transferencia de potencia. Es preciso reducir la transmisión hasta llegar a ralentí después de haber puesto la marcha en punto muerto para que el cambio sea suave. Algunas veces, la transferencia de la potencia se realiza con una palanca manual en caso de que haya dificultades con la unidad de potencia. Los operarios deben practicar frecuentemente utilizando esa palanca manual para estar preparados ante una emergencia.

Mientras que encender la bomba implica efectuar una transferencia de potencia del árbol de acoplamiento del eje trasero a los engranajes transmisores de la bomba, no es posible transferir potencia al eje trasero mientras la bomba está en funcionamiento. Como consecuencia, se elimina la posibilidad de poder realizar actuaciones de bombeo en movimiento con una disposición de marchas convencional.

Para evitar que un selector de marchas automático se mueva durante una actuación de bombeo o que la marcha de la transmisión manual salte, hay que disponer de un dispositivo de bloqueo en la palanca de transmisión o de cambio para mantener la marcha adecuada en el bombeo (véase la figura 10.35). También



Figura 10.35 La transmisión automática se bloquea cuando la bomba está en marcha.



Figura 10.36 Las bombas montadas en la parte trasera han ganado aceptación en los últimos años. *Gentileza de Ron Jeffers.*

es posible accionar el control de cambio de la bomba sin que la marcha haya entrado del todo. En ese caso, puede que el vehículo empiece a moverse a medida que las rpm del motor aumentan para desarrollar presión. Para evitar que el vehículo se mueva, algunos vehículos están equipados con una luz indicadora en el salpicadero; la actuación de bombeo no debe iniciarse hasta que la luz verde de este indicador se encienda. Los últimos modelos de transmisiones automáticas para vehículos contraincendios incorporan un dispositivo de bloqueo de la marcha para evitar que ésta cambie mientras la bomba

está en funcionamiento. El circuito hidráulico garantiza que se utiliza la marcha correcta en la transmisión para hacer funcionar la bomba contraincendios.

Es preciso destacar que en algunas transmisiones manuales, es posible que la transmisión se coloque momentáneamente en la primera marcha y en las marchas más altas (la cuarta o la quinta, dependiendo del modelo) mientras se embraga y se desembraga con los embragues internos. Es probable que el eje de salida de la transmisión empiece a rotar a baja potencia y velocidad reducida durante el proceso de cambio de marcha. Por ello, es importante que la transmisión esté en punto muerto durante todo el proceso. Si el mecanismo de cambio de marchas no está en punto muerto, la transmisión puede bloquearse y el motor puede llegar a calarse.

Bombas montadas en la parte trasera

En los últimos años, cada vez es más habitual que los cuerpos de bomberos equipen a los autobombas con bombas montadas en la parte trasera (véase la figura 10.36). Existen diversas ventajas de tener la bomba en esa parte del vehículo. En primer lugar, proporciona una distribución del peso más igualada en el bastidor del vehículo. Asimismo, permite que el vehículo tenga más espacio en los compartimientos para las herramientas y el equipo que un vehículo del mismo tamaño con una bomba maestra. Uno de los inconvenientes de la bomba montada en la parte trasera es que el conductor/operario está más expuesto al tráfico que en otras posiciones. Esta desventaja puede solucionarse colocando los controles de la bomba en uno de los laterales traseros del vehículo.

Las bombas montadas en la parte trasera pueden funcionar con una transmisión con eje partido o con una toma de fuerza, dependiendo del fabricante o de las preferencias del cuerpo de bomberos (véase la figura 10.37). En cualquier caso, en este tipo de bombas siempre hay un eje motor con la longitud adecuada conectado entre la transmisión y la bomba. A parte de la ubicación de la bomba en la parte trasera, el funcionamiento de este tipo de bombas es idéntico al descrito para las bombas con toma de fuerza y las bombas con eje partido (bombas maestras de transferencia).

Tuberías y válvulas de la bomba

Una parte integral del sistema de las bombas contraincendios son las tuberías y las válvulas que están conectadas a la bomba (véase la figura 10.38). Los principales componentes de los sistemas de tuberías son las tuberías de toma, las de descarga, los drenajes de la bomba y las válvulas. Según la NFPA 1901, todos los

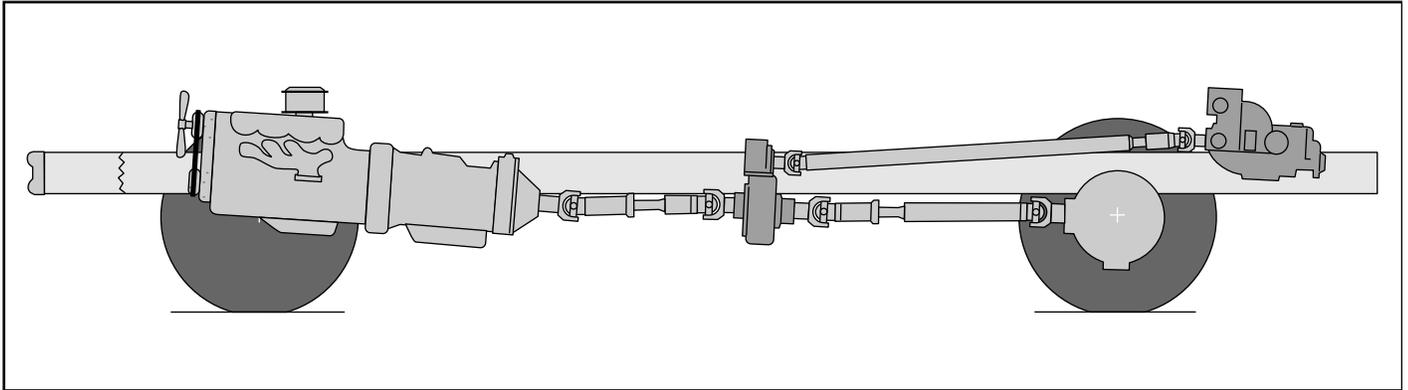


Figura 10.37 Mecanismo de transmisión de una bombas montada en la parte trasera.

componentes del sistema de tuberías tienen que estar fabricados con materiales anticorrosión. La mayoría de los sistemas de tuberías están fabricados con hierro colado, cobre, acero inoxidable o acero galvanizado. Algunos sistemas pueden incluir manguitos de goma en algunos puntos. Es bastante habitual que el vehículo tenga una combinación de esos materiales en todo el sistema de tuberías. El sistema de tuberías (al igual que la bomba) debe ser capaz de soportar una prueba hidrostática de 3.450 kPa (500 lb/pulg²) antes de entrar en servicio. Para reducir la pérdida de presión en el vehículo, todas las tuberías y mangueras tienen que estar diseñadas de modo que sean lo más rectas posible, con las dobles mínimas.

Tuberías de toma

Existen dos canales por donde el agua puede entrar en la bomba contra incendios. El primero de ellos es a través de las tuberías que conectan la bomba con el depósito de agua del vehículo; el segundo es a través de las tuberías que conectan la bomba con una fuente externa de abastecimiento de agua.

La mayoría de bombas contra incendios solían funcionar con el agua transportada en el depósito del vehículo contra incendios. Por tanto, es importante que las tuberías que van del depósito a la bomba tengan la longitud suficiente para producir chorros adecuados y efectuar un ataque inicial eficaz. La NFPA 1901 establece que el tamaño de las tuberías debe permitir que los autobombas con una capacidad de 1.900 L/min (500 gpm) o menor puedan producir un flujo de 950 L/min (250 gpm) desde la cisterna nodriza. Los autobombas cuya capacidad sea superior a los 1.900 L/min (500 gpm) tienen que producir al menos un flujo de 1.900 L/min (500 gpm).

Hoy en día, muchos autobombas están equipados con líneas de 100 mm (4 pulgadas) de diámetro que conectan el depósito a la bomba. Las unidades de abastecimiento

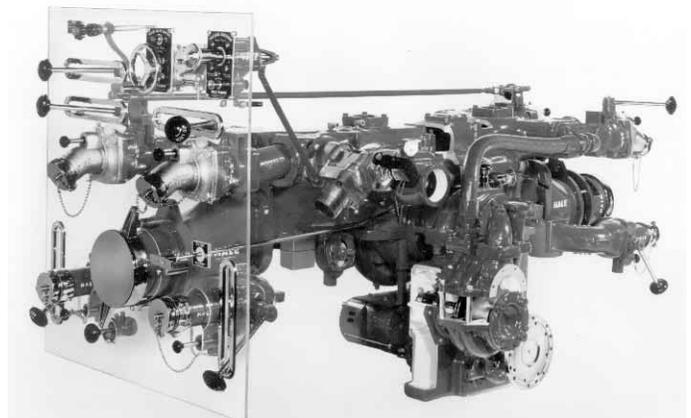


Figura 10.38 La bomba contra incendios abastece a una gran variedad de tuberías y válvulas de descarga. *Gentileza de Hale Fire Pump Co.*

de agua móviles pueden disponer de múltiples líneas que conecten la cisterna con la bomba. Todas las bombas modernas están equipadas con válvulas reguladoras. Las válvulas reguladoras pueden dañar el depósito si la válvula que conecta el depósito con la bomba se abre inesperadamente cuando se está transfiriendo agua a la bomba bajo presión, como durante las actuaciones de bombeo en serie. Si la línea dispone de una válvula reguladora, es imposible llenar el depósito a través de la bomba abriendo la válvula que conecta el depósito con la bomba. Esta válvula debe mantenerse en buen estado. Si gotea, no es posible cebar la bomba cuando el depósito está vacío, porque en la bomba entra aire del depósito y no se puede hacer el vacío. Asimismo, es posible que el agua se salga del depósito durante una actuación de succión. La cebadura de la bomba se pierde cuando el depósito se vacía.

Fuentes externas al vehículo deben ser capaces de suministrar agua a la bomba, ya sean presurizadas o estáticas. Es necesario cebar la bomba al realizar actuaciones de succión desde una fuente estática de abastecimiento de agua, para vaciar el aire de la bomba

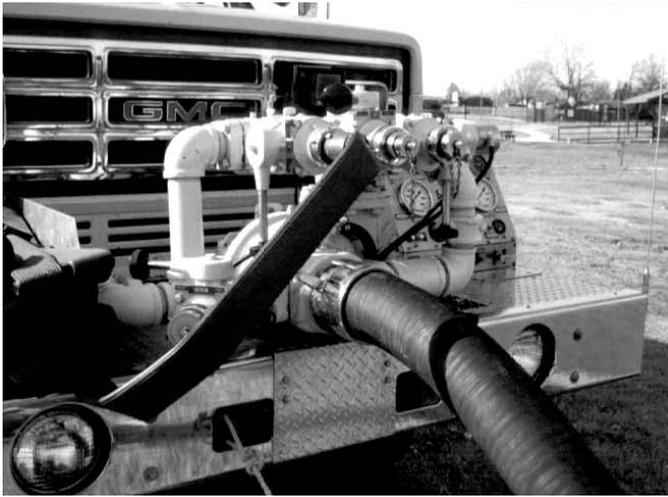


Figura 10.39 La toma principal de una bomba montada en la parte delantera sale de la parte inferior de la misma.

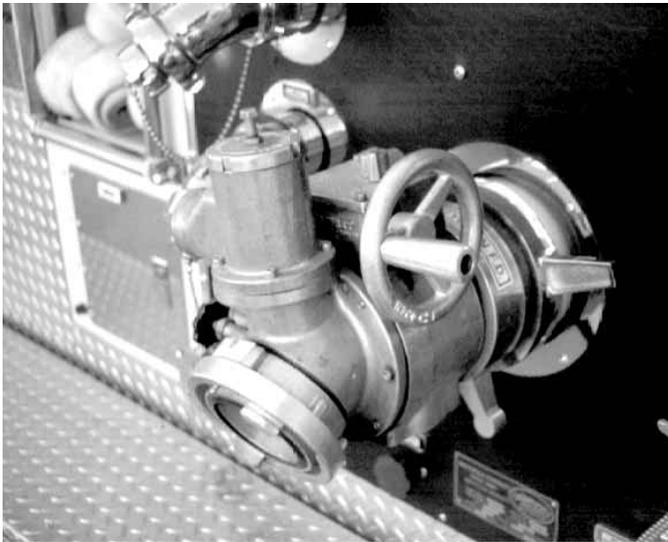


Figura 10.40 Las tomas principales de las bombas maestras suelen estar situadas a ambos lados de la bomba.



Figura 10.41 Las tomas delanteras o traseras de las bombas maestras son en realidad tomas auxiliares

completamente o en gran parte con el fin de disminuir la presión atmosférica en el interior de la cubierta de la bomba. El cebador se coloca en la bomba en un punto alto en el lado de succión o en el oído del rodete y se utiliza una válvula cebadora. Si queda algo de aire en la bomba durante la actuación de cebado es posible que la actuación de succión no se realice correctamente. Por ello, todas las tuberías de toma de las bombas centrífugas suelen situarse debajo del oído del rodete, y no se coloca ninguna parte de las tuberías por encima de este punto. La única excepción a esta regla puede ser la línea que conecta el depósito a la bomba, donde el agua se mueve bajo la presión de la gravedad si se utiliza un cebador eléctrico o situado en el medio de la tubería si se utiliza un cebador mecánico.

La toma principal a la bomba se realiza a través de tuberías y conexiones de gran diámetro. La forma de las tuberías de toma es redonda en el punto donde se conectan con la manguera de toma. A medida que las tuberías se aproximan a la bomba, suelen tener una forma cuadrada para evitar que se forme un remolino en el agua que fluye a través de las tuberías circulares. Un posible remolino podría hacer que el aire, en caso de que no se pudiera eliminar, entrara en la bomba. En una bomba montada en la parte delantera, estas tuberías y conexiones salen de la parte inferior de la bomba (véase la figura 10.39). En las bombas maestras, suele haber una conexión de toma grande en cada lado del vehículo (véase la figura 10.40).

Las tomas auxiliares de mayor diámetro pueden encontrarse tanto en la parte delantera como en la parte trasera del vehículo (véase la figura 10.41). No obstante, a causa de la cantidad de dobles y de la longitud de la tubería, las tomas delanteras y traseras no deben dejar que la bomba llegue a su capacidad establecida. En algunos casos, esas tomas pueden permitir que la bomba descargue flujos máximos que son cientos de L/min (gpm) inferiores a la capacidad establecida de la bomba. Asimismo, dichas tomas se tienen que considerar tomas auxiliares del mismo modo que las tomas conmutadas montadas en el panel de la bomba. Las bombas que tienen una capacidad de 6.000 L/min (1.500 gpm) o mayor pueden necesitar más de una conexión de toma grande en cada punto (véase la figura 10.42). En la tabla 10.1 se pueden encontrar los tamaños de toma para diversas bombas según lo establecido por la NFPA 1901.

Las líneas de toma adicionales, generalmente conmutadas, se utilizan en actuaciones de bombeo en serie o siempre que el agua provenga de líneas de abastecimiento de pequeño diámetro (véase la figura 10.43). La mayoría de estas aperturas de toma tienen roscas para utilizar coples de manguera de 65 mm (2,5

Tabla 10.1
Cantidad necesaria de mangueras de toma y tamaño de las bombas contra incendios

Capacidad establecida		Manguera de succión máxima		Cantidad máxima de líneas de succión	Altura máxima	
(L/min)	(gpm)	(mm)	(pulg.)		(m)	(pies)
950	250	76	3	1	3	10
1.136	300	76	3	1	3	10
1.325	350	100	4	1	3	10
1.700	450	100	4	1	3	10
1.900	500	100	4	1	3	10
2.270	600	100	4	1	3	10
2.650	700	100	4	1	3	10
2.850	750	113	4,5	1	3	10
3.785	1.000	125	5	1	3	10
4.732	1.250	150	6	1	3	10
5.678	1.500	150	6	2	3	10
6.624	1.750	150	6	2	2,4	8
7.570	2.000	150	6	2	1,8	6
8.516	2.250	150	8	3	1,8	6
9.463	2.500	150	8	3	1,8	6
10.410	2.750	150	8	4	1,8	6
11.356	3.000	150	8	4	1,8	6

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1901, Automotive Fire Apparatus (Norma para los vehículos motorizados contra incendios), Copyright © 1996, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contra incendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269 (EE.UU.). En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

pulgadas). La cantidad de flujo que puede obtenerse está determinada por el diámetro de la tubería que conecta la válvula con la toma de la bomba y también por la rectitud de la trayectoria del agua. Si la longitud de la tubería es inferior a 65 mm (2,5 pulgadas) y contiene dobleces de 90 grados o piezas de ajuste en forma de T, la pérdida de presión por fricción puede ser suficiente como para limitar el flujo a 950 L/min (250 gpm). En el caso de que se utilicen tuberías de 77 mm (3 pulgadas) y se mantengan las piezas de ajuste en buen estado, puede que sea posible descargar un flujo de hasta 1.700 L/min (450 gpm) a través de alguna de esas aperturas de toma.

Tuberías de descarga

Según lo establecido por la NFPA 1901, es necesario disponer de salidas de descarga de 65 mm (2,5 pulgadas) o mayores para alcanzar la capacidad establecida de la bomba contra incendios (véase la figura 10.44). En la tabla 10.2 aparece una lista con los índices de descarga



Figura 10.42 Los autobombas que pueden transportar grandes cantidades de agua, como este autobomba industrial de 12.000 L/min (3.000 gpm), disponen de múltiples tomas de gran tamaño a cada lado del vehículo. *Gentileza de Celanese Corp., Clear Lake, instalación de Texas (EE.UU.).*

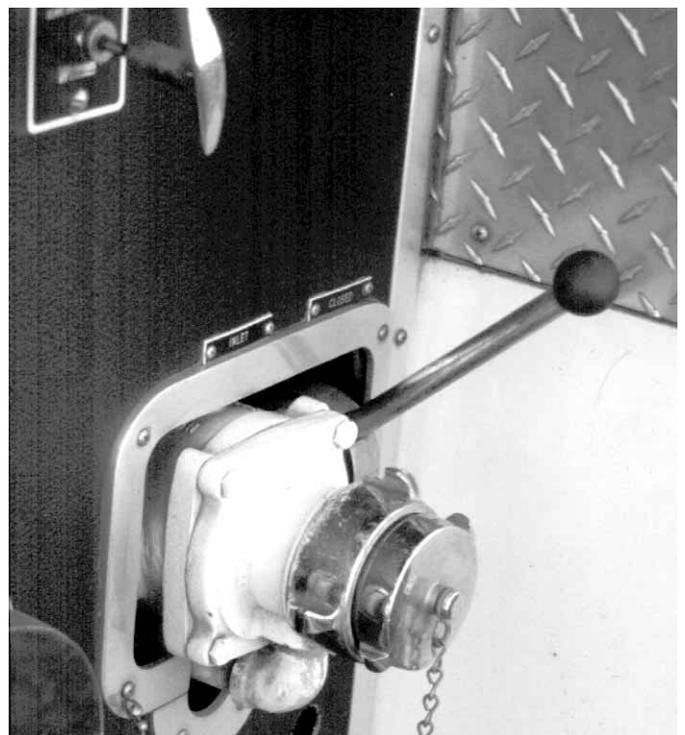


Figura 10.43 La mayoría de autobombas están equipados con tomas conmutadas auxiliares para mangueras de diámetro mediano.

disponibles en función del tamaño de la descarga tal y como están especificados en la NFPA 1901. (**NOTA:** recuerde que en las actuaciones en el lugar del incendio por cada una de esas descargas puede fluir una cantidad de agua considerablemente superior a las que aparecen en la tabla.) Como mínimo, todos los vehículos contra incendios deben poseer una capacidad establecida de 2.850 L/min (750 gpm) o mayor y tienen que estar equipados con al menos dos descargas de 65 mm (2,5 pulgadas). Las bombas cuya capacidad sea inferior a ésta sólo tienen que disponer

Tabla 10.2
Coefficientes de descarga según el tamaño de la salida

Tamaño de la salida		Velocidad de flujo	
(mm)	(pulgadas)	(L/min)	(gpm)
65	2,5	950	250
76	3	1.420	375
89	3,5	1.900	500
100	4	2.365	625
113	4,5	2.850	750
125	5	3.785	1.000

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1901 Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications (Norma sobre las cualificaciones profesionales del conductor/operario del vehículo contraincendios), Copyright © 1996, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 01169 (EE.UU.). En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

utilizarlas con líneas de ataque preconectadas (véase la figura 10.45). Las descargas a las que se conectan líneas de mano de 38 mm, 45 mm y 50 mm (1,5, 1,75 y 2 pulgadas) pueden abastecerse con tuberías de al menos 50 mm (2 pulgadas).

La tubería de descarga está fabricada con los mismos materiales que las tuberías de toma. Las descargas suelen estar equipadas con una válvula esférica de bloqueo, y siempre hay que mantenerlas bloqueadas cuando están abiertas para evitar el movimiento, sobre todo cuando ha sido necesario “conmutar” una línea para reducir la presión de descarga desarrollada. Todas las válvulas deben estar diseñadas de modo que puedan funcionar sin problemas a presiones de hasta 1.724 kPa (250 lb/pulg²).

Cuando se utilizan líneas de ataque múltiples con diferentes presiones, la única manera de abastecerlas es configurar la presión del motor a la presión máxima necesaria. Entonces, cada una de las otras líneas debe tener la válvula parcialmente cerrada hasta que el flujo reducido a través de la misma es suficiente para desarrollar la presión deseada en la línea de mangueras. Para ello, es fundamental utilizar manómetros de presión en línea o caudalímetros. Sin manómetros en línea individuales, prácticamente hay que adivinar cuál será el chorro contraincendios más adecuado y observar constantemente la boquilla.

Asimismo, hay que llenar una línea de llenado del depósito (a veces denominada línea de conexión entre la bomba y el depósito) desde el lado de descarga de la bomba (véase la figura 10.46). Así, el depósito podrá



Figura 10.44 Conexión de descarga de la bomba de 65 mm (2,5 pulgadas).



Figura 10.45 Las líneas de mangueras preconectadas pueden abastecerse mediante descargas con un diámetro inferior a 65 mm (2,5 pulgadas).

de una descarga de 65 mm (2,5 pulgadas). Es probable que las descargas superiores no se encuentren directamente en el panel de funcionamiento de la bomba.

Puede que el vehículo esté equipado con descargas inferiores a 65 mm (2,5 pulgadas). Las descargas menores se encuentran en múltiples puntos en el vehículo para

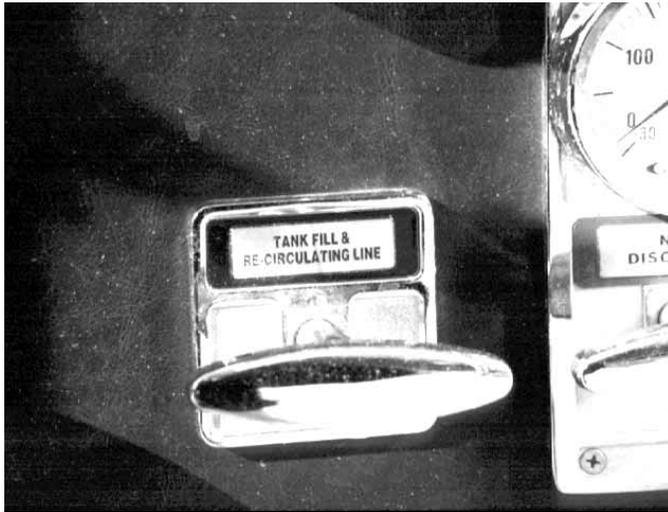


Figura 10.46 La línea de llenado del depósito se acciona mediante un controlador en el panel de la bomba.

llenarse sin realizar ninguna conexión adicional cuando la bomba reciba el agua de una fuente externa de abastecimiento. Este método también sirve para rellenar el depósito del autobomba después de que se haya vaciado en el ataque inicial. En algunas bombas contraincendios de múltiples posiciones, esta línea se toma de la primera posición, que proporciona presiones reducidas al depósito como medida de seguridad. La NFPA 1901 establece que los vehículos con depósitos de agua que transporten menos de 3.785 L (1.000 galones) deben tener una línea de llenado del depósito de al menos 25 mm (1 pulgada) de diámetro. Los vehículos con depósitos de 3.785 L (1.000 galones) o superiores deben tener al menos una línea de llenado del depósito de 51 mm (2 pulgadas).

Esa línea puede utilizarse para hacer circular el agua a través de la bomba y evitar así un posible recalentamiento cuando ninguna de las líneas descarga agua. Es necesario tener en cuenta que, en una bomba de dos posiciones cuya línea de llenado sale de la primera posición, puede producirse un recalentamiento en la segunda posición de la bomba. Para evitar el recalentamiento, es más efectivo recurrir a una válvula del circulador (véase la figura 10.47). Esta válvula está conectada a la descarga de la bomba y permite que el agua se vierta en el depósito o se vacíe en el suelo. Existe un tipo de válvula que se utilizaba anteriormente y que tiene una posición de llenado del depósito y otra de vaciado para saber cuál es la trayectoria del agua, pero no esta válvula no dispone de ninguna posición de cierre. Todas las posiciones permiten que entre aire en la bomba, lo que dificulta la succión o incluso la hace impracticable. Aunque no se ha diseñado de ese modo, esta válvula está cerrada cuando la palanca está en la posición central, por lo que debe dejarse en esa posición durante las actuaciones de succión.



Figura 10.47 La válvula del circulador se utiliza para que la bomba no se recaliente mientras no se descarga agua.

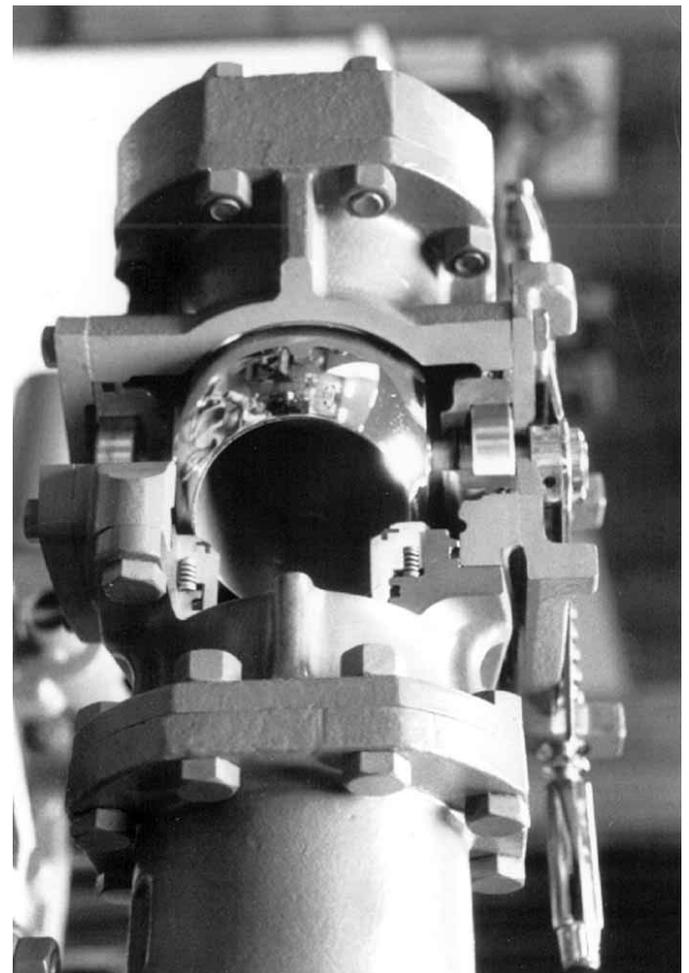


Figura 10.48 La mayor parte del bombeo se controla con válvulas esféricas.

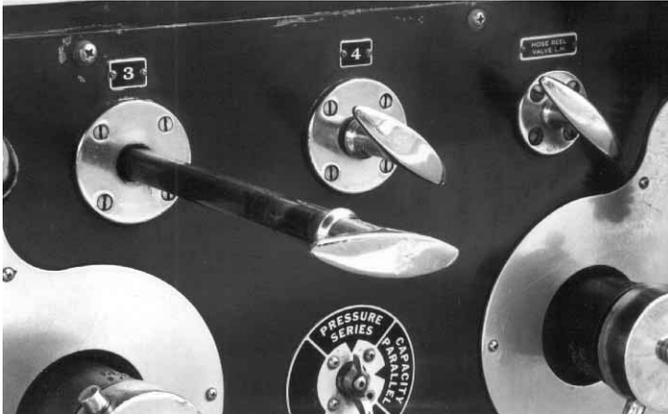


Figura 10.49a Un gran número de vehículos contraincendios utiliza válvulas que se estiran y se empujan.



Figura 10.49b Es probable que algunos vehículos utilicen válvulas de un cuarto de vuelta.

Algunos autobombas poseen una válvula de refrigeración de la línea nodriza que desempeña la misma función que la válvula del circulador, ya que desvía parte del agua al depósito. Cuando ninguna de estas disposiciones sirve para el propósito de las actuaciones de bombeo normales, las tuberías se fabrican con tubos de cobre pequeños y el flujo se limita aproximadamente de 40 a 80 L/min (de 10 a 20 gpm). Durante las actuaciones prolongadas con flujos intermitentes o al trabajar bajo altas presiones, puede que esta cantidad de agua sea insuficiente para mantener la bomba fría. Para ello, es preciso descargar agua a través de algún tipo de línea de descarga o de vaciado.

Válvulas

La mayoría de líneas de toma y de descarga de la bomba se controlan mediante válvulas. Si la bomba es nueva, las válvulas tienen que ser herméticas. Aunque las válvulas estén fabricadas para resistir el desgaste (en algunos casos, se reajustan solas) sí que necesitan reparaciones a medida que pasa el tiempo y se someten a un uso continuado.

El tipo más común de válvula es la válvula esférica que permite descargar todo el flujo que pasa a través de las

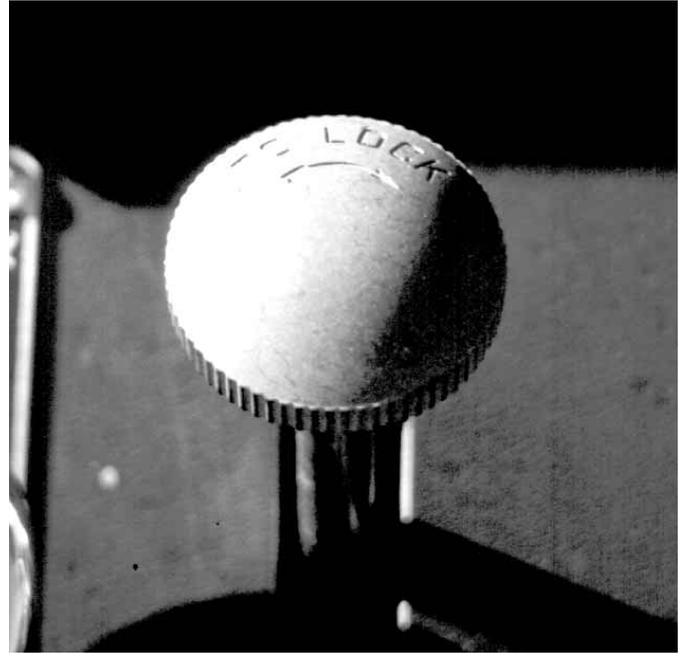


Figura 10.50 La válvula de un cuarto de vuelta se bloquea girando la palanca en la dirección especificada.

líneas con una pérdida de presión por fricción mínima (véase la figura 10.48). Los activadores más habituales para las válvulas esféricas son las palancas que se estiran y se empujan (que suelen denominarse palancas en forma de T) o las palancas de un cuarto de vuelta (véanse las figuras 10.49 a y b). La palanca que se estira y que se empuja funciona gracias a un soporte con un diente de engranaje deslizante que se engrana con un sector dentado conectado al vástago de la válvula. Esta disposición de los engranajes tiene una ventaja mecánica que facilita la utilización de la válvula bajo presión. Asimismo, permite que se establezcan valores de presión precisos al ajustar líneas individuales. Este mecanismo articulado puede estar diseñado para poder montar la válvula un lugar apartado del panel de la bomba. La palanca que se estira y que se empuja tiene un mango plano que puede servir para bloquear la válvula en cualquier posición mediante un giro de 90 grados. Al accionar esta palanca, hay que estirar hacia fuera, de forma nivelada, de lo contrario, se dobla el eje, con lo que la válvula queda inservible.

La palanca de un cuarto de vuelta dispone de un mecanismo articulado más sencillo, ya que la palanca está montada directamente en el vástago de la válvula. Así, la válvula se puede abrir y cerrar realizando un movimiento de 90 grados con la palanca. Algunas de las palancas de cuarto de vuelta más antiguas se bloquean en la posición deseada levantando y bajando la palanca, pero las versiones más modernas se bloquean girando la palanca en el sentido de las agujas del reloj (véase la figura 10.50). Algunas válvulas se bloquean

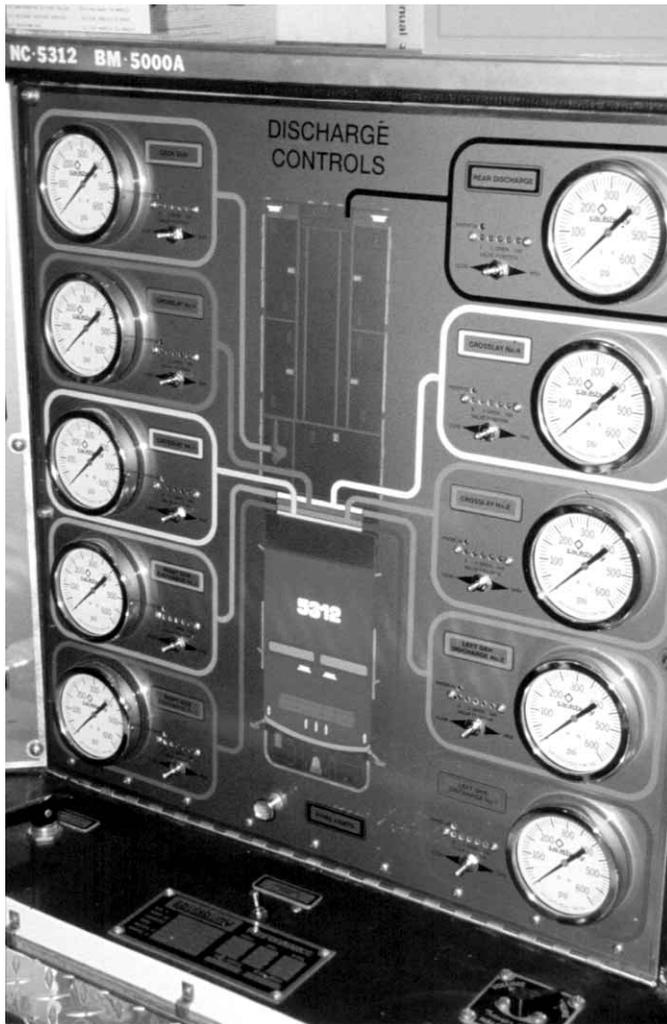


Figura 10.51 Algunos autobombas modernos disponen de válvulas hidráulicas, neumáticas o eléctricas que se controlan mediante un conmutador de palanca

automáticamente cuando se suelta la palanca, pero la mayoría necesitan que se realice una acción determinada para bloquear la válvula siempre que la línea está en funcionamiento.

Los vehículos más modernos pueden estar equipados con válvulas que se controlan mediante mecanismos hidráulicos, neumáticos o eléctricos. Estas válvulas son esféricas y funcionan con un conmutador de palanca situado en el panel de funcionamiento de la bomba (véase la figura 10.51). En una pantalla se muestra cuánto se ha abierto la válvula. Las marcas del panel indican la dirección en la que hay que mover el conmutador para abrir o cerrar la válvula.

En los vehículos contraincendios también se utilizan válvulas de compuerta y de mariposa (véanse las figuras 10.52 a y b). Estas válvulas suelen utilizarse con mayor frecuencia en las tomas y descargas de gran diámetro. Las válvulas de compuerta suelen activarse mediante una ruedecita de mano. Por su parte, las válvulas de mariposa



Figura 10.52a Las válvulas de compuerta de la toma pueden estar equipadas con una ruedecita de mano.

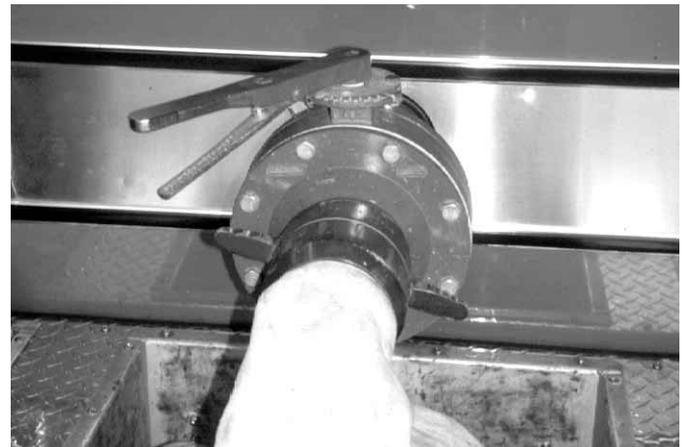


Figura 10.52 b Las válvulas de mariposa suelen estar equipadas con una palanca de control de un cuarto de vuelta.

suelen accionarse mediante palancas de un cuarto de vuelta. Ambas pueden estar equipadas con activadores hidráulicos, neumáticos o eléctricos, que sirven de controles remotos de vaciado en los camiones cisterna.

La NFPA 1901 establece que todas las válvulas de la toma y de la descarga con un tamaño de 77 mm (3 pulgadas) o mayor deben estar equipadas con controles de acción lenta. Gracias a estos controles, se evita que la válvula pase de una posición totalmente abierta a una posición totalmente cerrada (o viceversa) en menos de tres segundos. De ese modo, se minimiza el riesgo de daños provocados por los golpes de ariete cuando se están moviendo grandes volúmenes de agua.

Drenaje de la bomba

La mayoría de conexiones con la bomba están equipadas con válvulas de drenaje situadas en el lado de la línea de la válvula de control. En las piezas de ajuste de la descarga, estas válvulas proporcionan un método para que el conductor/operario pueda liberar presión de la línea de mangueras tras haber cerrado la válvula de



Figura 10.53 Todas las tomas conmutadas disponen de una válvula de desahogo que permite extraer el aire del sistema antes de que entre en la bomba contraincendios.



Figura 10.54 Cuando el sistema de control de presión está activo, se ilumina una luz amarilla.

descarga y la boquilla. Este método es útil cuando la línea de mangueras no se ha purgado abriendo la boquilla y ésta se encuentra a una gran distancia del vehículo. Si no hubiera ninguna otra forma de liberar la presión contenida en la línea, el conductor/operario tendría que salir del vehículo y dirigirse a la boquilla para purgar la línea. Si no, sería muy difícil deshacer la conexión de la manguera con la descarga. Mediante la utilización de la válvula de drenaje, la línea que no se está utilizando puede drenarse y la manguera se puede desconectar, incluso mientras la bomba sigue en funcionamiento.

La línea de desahogo de la toma conmutada tiene otra finalidad (véase la figura 10.53). Si se conecta una línea de

abastecimiento a la toma conmutada de una bomba mientras se abastecen las líneas de ataque desde el depósito, es recomendable realizar la conmutación a la línea de abastecimiento sin interrumpir los chorros contraincendios. Dado que la línea de mangueras está llena de aire mientras está seca, el agua que fluye por la línea hará que el aire entre en la bomba, con lo que, muy probablemente, ésta perderá el cebado. Como mínimo, provocará fluctuaciones en la presión de la boquilla. Si se abre la válvula de desahogo en el lado de la línea de la válvula de toma, puede expulsarse el aire de la manguera a través de esta válvula a medida que la línea va llenándose de agua. Cuando se ha extraído todo el aire de la línea y la válvula de desahogo descarga un chorro de agua constante, se puede cerrar la válvula de drenaje, abrir la válvula de toma y cerrar la válvula que conecta el depósito con la bomba. Todas estas acciones deben realizarse de modo coordinado, para que la transición se efectúe sin tener que interrumpir el flujo.

Otra de las finalidades de los drenajes de la bomba y de las tuberías es eliminar toda el agua del sistema en climas en los que se puede producir una congelación. El agua aumenta de tamaño al congelarse, por lo que puede dañar los componentes de la bomba y de las tuberías, además de crear barreras al flujo de agua en caso de que se necesite la bomba. Los drenajes tienen que colocarse en el punto más bajo de la bomba y en el punto más bajo de cada una de las líneas conectadas a ésta. Un determinado número de estos drenajes están conectados a una misma válvula de drenaje maestra. Al accionar la palanca de control, todos los drenajes se abren simultáneamente, y la bomba puede drenarse con una sola operación. No debe abrirse la válvula de drenaje cuando la bomba está funcionando ya sea a presión o mediante el vacío en la toma. Para mantener una conexión hermética cuando la válvula está cerrada, se utiliza una junta tórica. Si la válvula está sometida a presión o al vacío, la junta tórica puede resultar dañada. Pueden utilizarse válvulas de drenaje adicionales en caso de que no sea recomendable conectar todos los drenajes a la válvula maestra. Es importante abrirlas todas para que la bomba se drene completamente. Cierre todos los drenajes inmediatamente después de utilizarlos. De no hacerlo, es posible que no pueda cebarse la bomba ni iniciar las actuaciones de succión cuando sea necesario. Debe abrirse una válvula de descarga para permitir que el aire sustituya al agua que se está drenando. Si no, el vacío mantiene el agua dentro de la bomba.

Puede que sea preciso desenredar manualmente las líneas de mangueras nodrizas y drenarlas en caso de que las condiciones meteorológicas puedan provocar una helada. El simple hecho de abrir la válvula de drenaje de

la tubería de abastecimiento de la línea nodriza no permite drenar toda el agua de la manguera. Si no se consigue extraer toda el agua, puede congelarse dentro de la manguera y ésta puede reventar.

Los vehículos más modernos pueden estar equipados con tuberías que van del sistema de frenos neumáticos del vehículo hacia el carrete para la manguera nodriza. Si la válvula de esta línea está abierta, el aire comprimido se descarga a través de la manguera nodriza para extraer el agua. Con ello, se elimina la necesidad de manipular manualmente la manguera para drenarla.

Dispositivos automáticos de control de la presión

El volumen de agua que se mueve a través de la bomba puede cambiar repentinamente cuando se cierra una boquilla con rapidez o cuando se cambia la configuración de una boquilla con la que se puede regular la capacidad de descarga. Aunque las boquillas modernas pueden tolerar presiones inferiores a la presión ideal y seguir manteniendo un chorro contraincendios eficaz, el bombero que manipula la boquilla no puede tolerar ningún cambio súbito de presión. Durante los momentos más importantes del ataque, un cambio de presión repentino de presión acompañado de un cambio en el



Figura 10.55 La válvula de control para liberar la presión suele colocarse en el panel de la bomba.

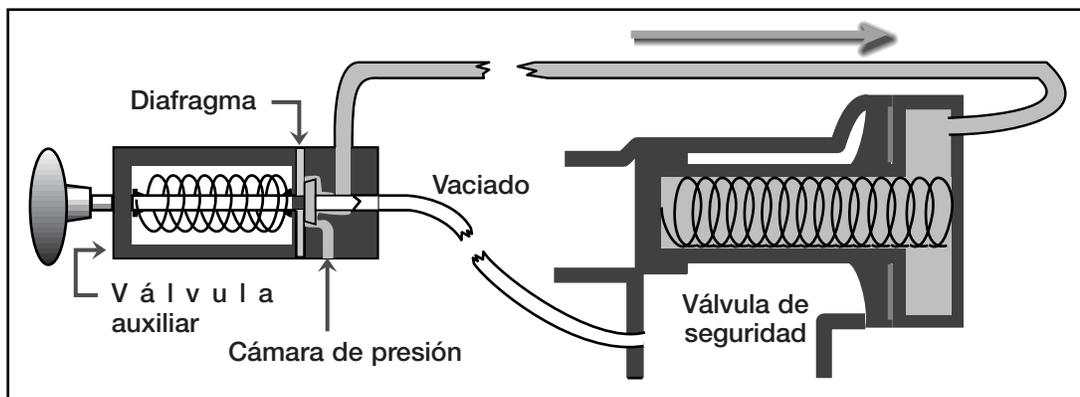
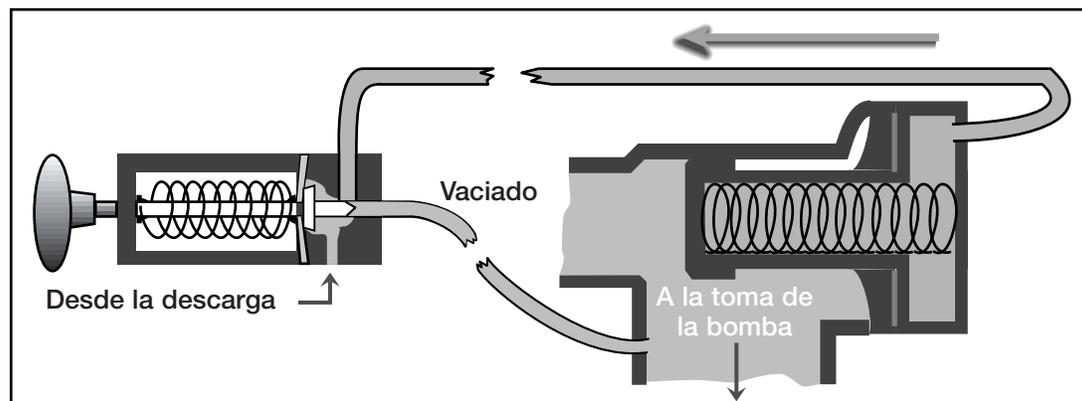


Figura 10.56 Esquema del flujo de agua cuando la presión de descarga de la bomba es inferior a la configuración de la válvula auxiliar del sistema de control de presión. Gentileza de Waterous Company.

Figura 10.57 Esquema del flujo del agua cuando la presión de descarga de la bomba es superior a la configuración de la válvula auxiliar del sistema de control de presión. Gentileza de Waterous Company.



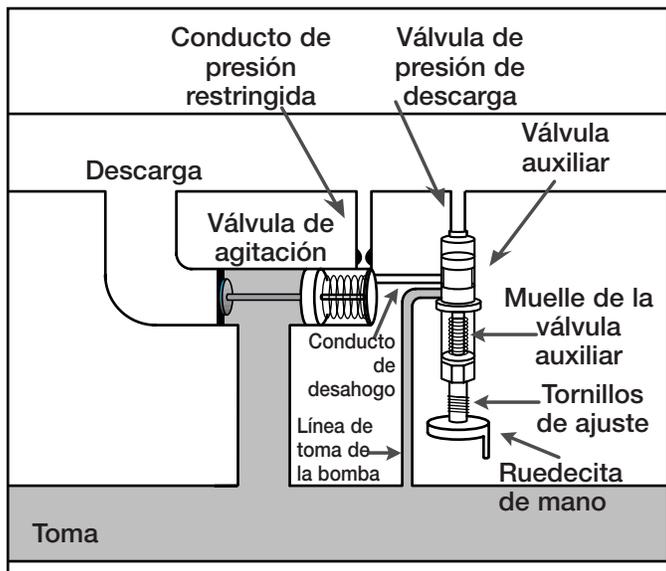


Figura 10.58 Válvula de seguridad alternativa.

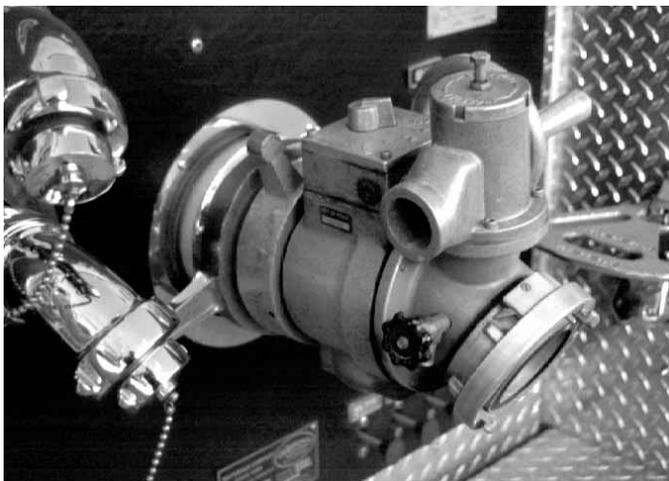


Figura 10.59 Muchas jurisdicciones que utilizan mangueras de gran diámetro disponen de válvulas externas de liberación de la presión de toma atornilladas a las tomas principales de la bomba.

patrón nebulizador o en el alcance del chorro puede tener consecuencias desastrosas. Si una bomba abastece a diversas líneas de ataque, cualquier cambio repentino en el flujo de una línea puede provocar un aumento de presión. Incluso para un operario de alerta es imposible compensar esos cambios repentinos a tiempo para proteger a los bomberos encargados de manipular las boquillas en las otras líneas. Por tanto, es esencial disponer de algún tipo de regulador automático de la presión para garantizar la seguridad del personal que trabaja en las líneas de mangueras.

Según lo establecido en la NFPA 1901, es obligatorio que el sistema de bombeo de cualquier vehículo contraincendios disponga de algún tipo de dispositivo de control de presión. El sistema debe activarse entre 3 y 10 segundos después de que aumente la presión de descarga

al menos 30 lb/pulg² por encima del nivel establecido. Mientras el sistema de control de presión está comprobando la presión de la bomba, en el panel de funcionamiento de la bomba debe iluminarse una luz indicadora de color amarillo (véase la figura 10.54). Los dispositivos que están diseñados para descargar el exceso de agua a la atmósfera deben realizar su función de modo que no se exponga ni al conductor/operario ni al resto del personal a un chorro de agua presurizado.

Válvulas de seguridad

Existen dos tipos básicos de válvulas de seguridad: las que liberan el exceso de presión en el lado de descarga de la bomba y las que liberan el exceso de presión en el lado de toma de la bomba.

Todas las bombas contraincendios que no están equipadas con un regulador de presión disponen de una válvula de seguridad para liberar la presión de descarga (véase la figura 10.55). Las principales características de una válvula de seguridad son la sensibilidad a los cambios de presión y la capacidad para liberar la presión excesiva en la descarga de la bomba. Una válvula auxiliar ajustable accionada por un muelle activa la válvula de seguridad para que desvíe el agua de la descarga a la cámara de toma de la bomba. Aunque sólo se desvía una pequeña cantidad de agua, esta desviación permite que la bomba siga en funcionamiento cuando la presión aumenta por encima de la presión establecida o de trabajo.

Existen muchos tipos de válvulas de seguridad. Uno de los más habituales utiliza una válvula auxiliar accionada por un muelle. Cuando la presión de descarga de la bomba es inferior al nivel establecido por la válvula auxiliar, el agua se desvía desde la descarga de la bomba hacia la cámara de presión de la válvula auxiliar (véase la figura 10.56). Un diafragma separa esta cámara de la válvula auxiliar. La tensión contra el diafragma se regula ajustando la palanca de la válvula auxiliar contra el muelle. Mientras la fuerza hidráulica en el interior de esta cámara sea inferior a la fuerza del muelle, la válvula auxiliar permanece cerrada. En tal caso, el agua se vuelve a dirigir a la cámara de la válvula principal, y dicha válvula permanece cerrada.

Cuando la presión de descarga de la bomba aumenta por encima del nivel establecido por la válvula auxiliar, el muelle de la válvula auxiliar se comprime (véase la figura 10.57). Gracias a ello, la válvula de aguja se mueve hacia la izquierda, haciendo que el agua vuelva a la toma de la bomba. A su vez, esta acción reduce la presión en el tubo y detrás de la válvula principal. La fuerza hidráulica ejercida en el extremo pequeño de la válvula principal es ahora mayor que la ejercida detrás de la válvula principal. Como consecuencia, la válvula principal se abre y deja



Figura 10.60 Las válvulas externas de liberación de presión disponen de válvulas de desahogo que permiten extraer el aire de la manguera sin que éste entre en la bomba.

que parte del agua vuelva al lado de la toma, con lo que se reduce la presión de descarga. Si la presión de descarga cae por debajo de la presión establecida en la válvula auxiliar, esta válvula hace un asiento nuevo, la presión aumenta por detrás del extremo grande de la válvula principal y ésta se cierra.

Existe un segundo tipo de válvula de seguridad que funciona de manera diferente, aunque también está equipada con una válvula auxiliar (véase la figura 10.58). En caso de que la presión aumente por encima de la presión establecida, la válvula auxiliar se mueve, lo que hace que su muelle se comprima hasta destapar la apertura de la cubierta de la válvula auxiliar. El agua fluye a través de esta apertura, a través de la línea de desahogo y también por el interior de la toma de la bomba. Este flujo reduce la presión en el lado de la válvula auxiliar de la válvula de agitación, con lo que el aumento de presión en el lado de la descarga abre dicha válvula. Así, el agua fluye desde la descarga hasta la toma y libera la presión excesiva.

El conductor/operario debe recordar que, aunque las válvulas de liberación de la presión de descarga reaccionan con rapidez en situaciones de exceso de presión, son algo más lentas a la hora de volver a las posiciones “cerradas”. Por tanto, pasan unos momentos hasta que la bomba vuelve a su funcionamiento normal.

La función de las válvulas de seguridad para liberar la presión de la toma es reducir los posibles daños provocados por los golpes de ariete a la bomba y a las líneas de mangueras de descarga cuando las válvulas o las boquillas se cierran demasiado rápido. Existen dos tipos

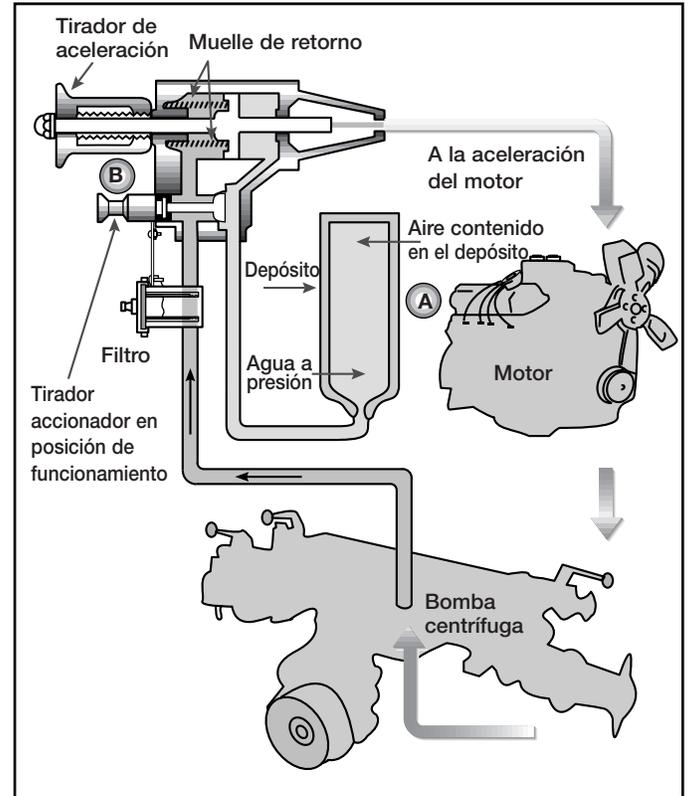


Figura 10.61 Al activarse el regulador de presión, utiliza el aire y el agua contenidos en la Zona A como presión de referencia para el pistón que controla la aceleración del motor. Un cambio en la presión de la bomba que afecta a la Zona B mueve el pistón, ajustando así la velocidad del motor. *Gentileza de Hale Fire Pump Company.*

básicos de válvulas de seguridad para liberar la presión de toma: uno de ellos lo proporciona el fabricante de la bomba y forma parte del colector de admisión de la bomba, y el otro es un dispositivo añadido que se atornilla en la conexión de entrada de la bomba (véase la figura 10.59). En cualquiera de los dos casos, el conductor/operario configura estos dispositivos para que permitan una cantidad máxima de presión en la bomba. Si la presión entrante sobrepasa el nivel establecido, la válvula se activa y vacía el exceso de presión o de agua hasta que el agua entrante está al nivel establecido. Por regla general, se recomienda que se configuren las válvulas de seguridad para liberar la presión de toma de tal modo que se abran cuando la presión de toma se sitúa 70 kPa (10 lb/pulg²) por encima de la presión de trabajo deseada.

La mayoría de las válvulas de seguridad para liberar la presión de toma que van atornilladas también están equipadas con una válvula de cierre manual que permite detener el abastecimiento de agua a la bomba si es necesario. Las válvulas de desahogo de la válvula de seguridad para liberar la presión de toma permiten ir purgando el aire a medida que se carga la manguera de abastecimiento entrante (véase la figura 10.60), lo que es

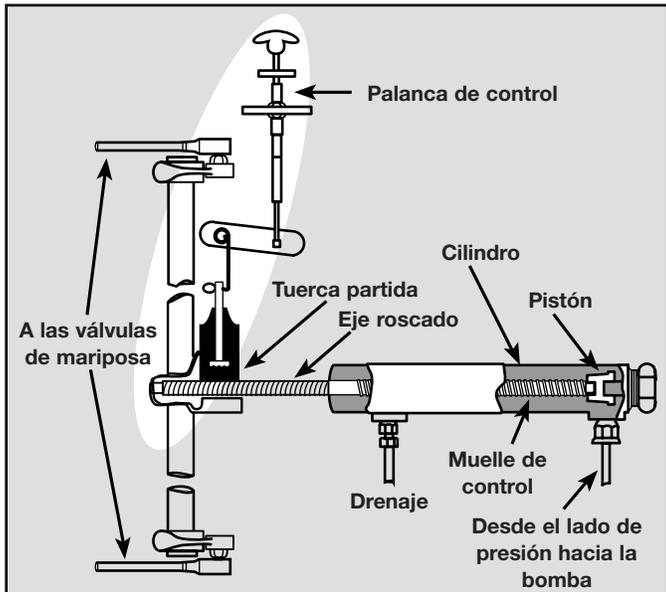


Figura 10.62 Se estira de la palanca de control para que la tuerca partida deje de estar en contacto con el eje roscado.

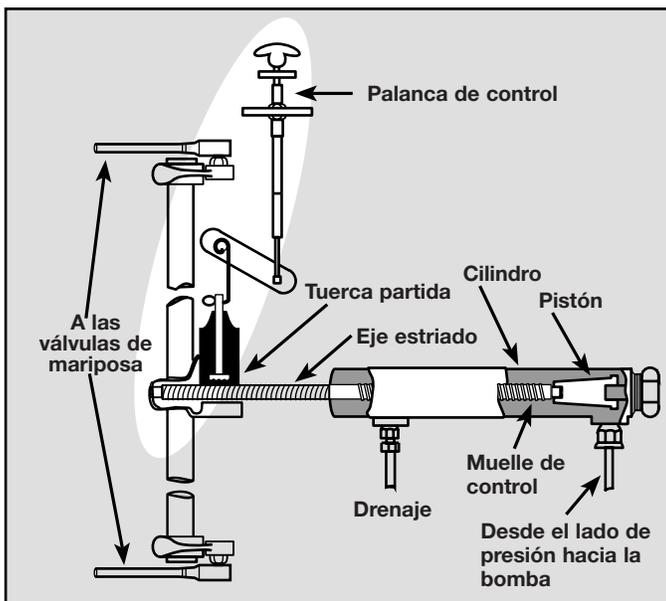


Figura 10.63 Después de alcanzar la presión deseada, la palanca de control se empuja hacia atrás, de modo que el regulador se configura para dicha presión.

especialmente importante al utilizar estos dispositivos en combinación con mangueras de abastecimiento de gran diámetro. Una gran cantidad de aire empuja el agua a través de estas mangueras hasta que una columna de agua sólida alcanza la válvula.

Regulador de presión

La presión en las bombas centrífugas también se puede controlar mediante un regulador mecánico o electrónico activado por presión para reajustar la aceleración del motor. La principal característica de un regulador de presión es que controla la potencia del

motor para adecuarla a los requisitos de descarga de la bomba. En caso de que la presión en las tuberías de descarga sobrepase la presión necesaria para mantener chorros contraincendios seguros, es preciso reducir la presión excesiva. Dado que la velocidad de los rodets determina la presión y que la velocidad del motor determina la velocidad de los rodets, para disminuir la presión basta con reducir la velocidad del motor.

Las presiones excesivas suelen aparecer al cerrar una o más líneas de mangueras que están en funcionamiento. Si la presión excesiva aumenta, un tubo situado en el lado de descarga de la bomba transmite el aumento de presión resultante a un dispositivo regulador, que reduce la aceleración. El diseño del dispositivo varía según el fabricante: puede estar conectado a una válvula de mariposa normal o a una válvula de mariposa auxiliar. Se puede utilizar un regulador de presión junto con un regulador para el acelerador, para la potencia del motor y/o para la descarga de la bomba (véase la figura 10.61).

En los modelos de reguladores de presión más antiguos, al accionar la palanca de control, ésta eleva una tuerca partida de un eje roscado con pistón (véase la figura 10.62). A continuación, la aceleración del motor aumenta hasta que se alcanza la presión deseada en la bomba. Se acciona la válvula de control del agua del lado de la descarga de la bomba para permitir que el agua de la descarga entre en el cilindro. Esta presión hidráulica hace que el pistón comprima el control y desplace el eje roscado. Este movimiento activa el mecanismo articulado del carburador y la válvula de mariposa para controlar la velocidad del motor.

En ese momento, es necesario empujar la palanca de control para que la tuerca partida entre en contacto con el eje roscado con pistón (véase la figura 10.63). La velocidad del motor se controla mediante la presión del agua en el lado de descarga de la bomba. Si se cierra una línea de mangueras, el aumento de presión se propaga por la tubería desde la descarga de la bomba hasta el cilindro, con lo que el pistón se mueve de su posición establecida. Este movimiento hace que el mecanismo articulado de control del carburador reajuste la válvula de mariposa y reduzca la velocidad del motor. Cuando se vuelve a abrir una línea de descarga, ocurre el proceso inverso y el pistón retrocede para aumentar la velocidad del motor y vuelve a la posición preestablecida de presión de la bomba.

Otro tipo de regulador es el regulador de ensamblaje de pistón. En este caso, la velocidad del motor se controla mediante un ensamblaje regulador (véase la figura 10.64). Este ensamblaje se ajusta al carburador (en los motores de gasolina) o a la conexión con el acelerador (en los

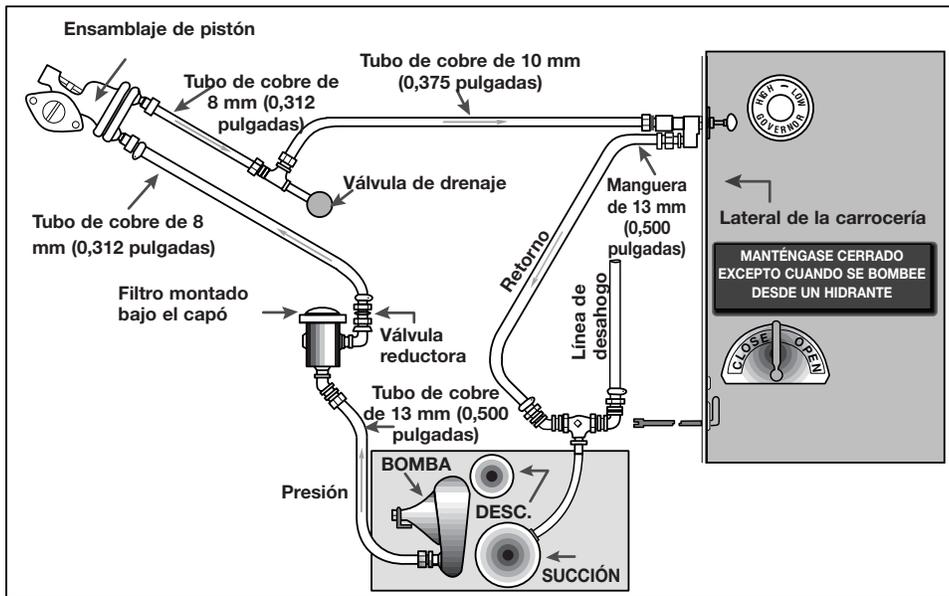
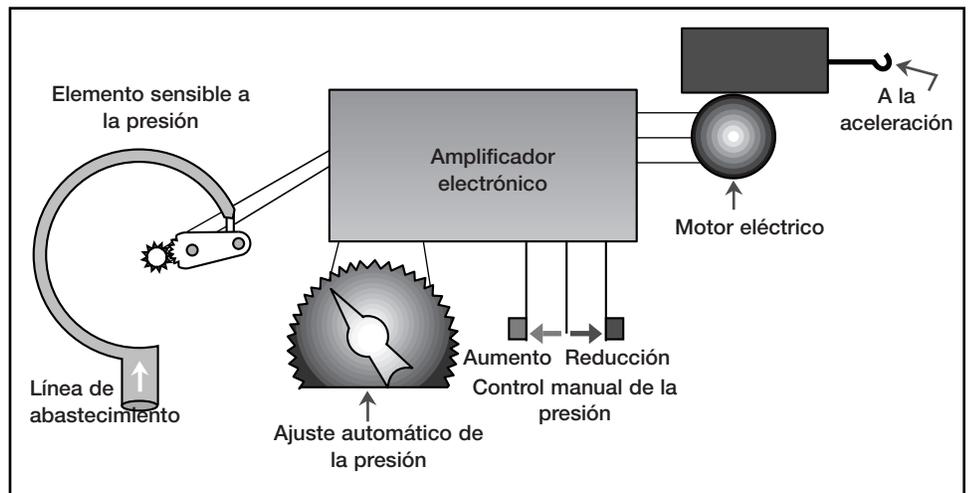


Figura 10.64 El ensamblaje de pistón de este regulador se monta en el carburador.

Figura 10.65 El regulador electrónico de la presión posee un elemento sensible a la presión que impulsa un motor eléctrico para cambiar la configuración de la aceleración. De ese modo, se consigue la presión de trabajo deseada.



motores diesel) y reduce o aumenta la velocidad del motor mediante el control de una barra conectada a un pistón en una cámara de agua. La cámara del regulador contiene un diafragma flexible para aislar del agua el ensamblaje del pistón con el muelle mientras se expone la superficie del pistón a la presión del agua. La presión entra en la cámara de agua a través de un filtro desde el lado de presión de la bomba. El agua que vuelve de la cámara de agua pasa a través del ensamblaje de la válvula reguladora a una válvula de dos posiciones de retorno del regulador. Esa válvula permite que el agua de la bomba se descargue en el suelo o vuelva a la toma de la bomba.

Al realizar actuaciones de succión o de bombeo desde el depósito, se utiliza la posición de succión (o cerrada), de modo que el agua vuelve a la toma de la bomba. Al bombear desde un hidrante (o desde una fuente de presión externa), se utiliza la posición de hidrante (o abierta) para que se pueda descargar el agua en el suelo.

Esta línea de drenaje del hidrante que va hasta el suelo puede controlarse mediante una válvula reguladora conectada al depósito para evitar que el agua caiga continuamente al suelo.

Los vehículos más modernos pueden estar equipados con reguladores electrónicos (véase la figura 10.65), que funcionan con un elemento sensible a la presión conectado al cuadro de válvulas de la descarga. Este elemento controla la acción de un amplificador electrónico que compara la presión de la bomba con un punto de referencia eléctrico. Si es necesario, este elemento cambia la configuración de la aceleración ajustando la cantidad de combustible que se transmite al motor, con lo que la bomba alcanza la presión de funcionamiento deseada. Este regulador mantiene cualquier presión superior a 345 kPa (50 lb/pulg²) que se establezca en el interruptor de control y, en caso de que la presión caiga por debajo de 345 kPa (50 lb/pulg²), pone el

Métodos y dispositivos de cebado

Uno de los factores determinantes para que las actuaciones de succión sean eficaces es la capacidad para crear una presión en la bomba y en la manguera de toma inferior a la presión atmosférica. Como consecuencia de esta diferencia de presión, el agua se introduce en la manguera de toma y en la bomba contraincendios. Como ya hemos comentado anteriormente en este capítulo, las bombas centrífugas utilizadas actualmente no pueden crear esta diferencia de presión por sí mismas, por lo que es preciso utilizar algún otro dispositivo para crear el vacío que permite la succión. Este tipo de dispositivos recibe el nombre de dispositivos de cebado, o simplemente, *cebadores*. Los cebadores se clasifican en tres categorías: para volumétricos, por gases de escape y de vacío.

Cebadores volumétricos

La mayoría de vehículos contraincendios modernos utilizan cebadores volumétricos. La teoría sobre el funcionamiento de las bombas volumétricas ya se explicó anteriormente en este capítulo. Por norma general, se utilizan bombas volumétricas de paletas rotatorias y de engranajes rotatorios como cebadores. El cebador de paletas rotatorias funciona a unas rpm relativamente elevadas en comparación con el cebador de engranajes rotatorios y puede funcionar o mediante un mecanismo mecánico proporcionado por la caja de engranajes de transferencia de la bomba o mediante un motor eléctrico (véase la figura 10.66). La mayoría de fabricantes y cuerpos de bomberos se decantan por el uso de motores eléctricos. La utilización de estos motores permite disponer de la máxima flexibilidad a la hora de montarlos, por lo que se pueden aplicar a multitud de bastidores y bombas. Además, los cebadores eléctricos pueden utilizarse con eficacia, independientemente de la velocidad del motor. Algunos vehículos disponen de cebadores que reciben la potencia desde la caja de transferencia de la transmisión; no obstante, no son tan comunes como los cebadores eléctricos.

La entrada del cebador de la bomba se conecta a una válvula de control del cebador que, a su vez, está conectada a la bomba contraincendios. Si, según la construcción o el montaje de la bomba, existen puntos altos, la tubería de la bomba cebadora puede conectarse a la bomba en diferentes lugares. En caso de que la bomba funcione eléctricamente, la válvula cebadora suele incorporar un interruptor. De ese modo, basta una acción para cebar la bomba.

La mayoría de cebadores utilizan aceite o algún otro tipo de fluido (véase la figura 10.67). El aceite o el fluido



Figura 10.66 Cebador de paletas giratorias con motor eléctrico. Gentileza de Waterous Company.

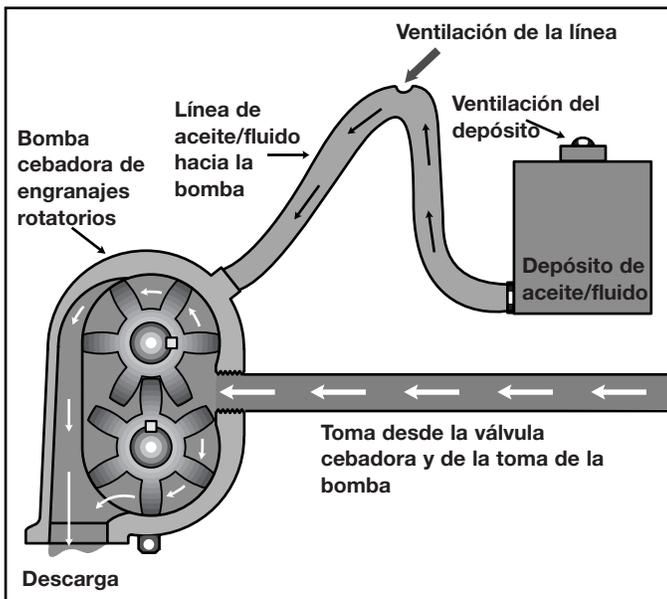


Figura 10.67 El controlador del cebador está situado en la bomba.

motor al ralenti. Asimismo, el mecanismo dispone de un modo de protección de cavitación que vuelve a poner el motor al ralenti cuando la presión de toma se sitúa por debajo de los 210 kPa (30 lb/pulg²). Los reguladores electrónicos son tan precisos y tienen una capacidad de respuesta tan rápida que hacen casi innecesaria la presencia de las válvulas de seguridad en las bombas.

No obstante, uno de los principales inconvenientes de los reguladores mecánicos es que una línea de descarga cerrada puede reducir las rpm del grupo electrógeno al reducir la presión, lo que, a su vez, reduce durante unos instantes la presión de trabajo de todas las líneas de descarga. Los reguladores electrónicos no presentan este inconveniente, ya que reajustan las rpm del motor, pero mantienen la misma presión de descarga en las líneas que aún están descargando agua.

tiene dos finalidades. A medida que la bomba se desgasta, la separación entre los engranajes y la cubierta aumenta, de modo que la bomba pierde eficacia. Para sellar los huecos entre los engranajes y la cubierta, se añade una película fina de aceite o fluido a la bomba. El aceite o el fluido rellena las irregularidades de la cubierta provocadas por el bombeo de agua contaminada, y mejora la eficacia del cebador. Asimismo, el aceite o el fluido actúan como protección y reducen el deterioro de los componentes metálicos al evitar que se produzca corrosión mientras no se utiliza la bomba. Para sacar el máximo provecho del aceite o del fluido, es necesario activar el cebador con regularidad para que se forme una capa de aceite o fluido en todos los componentes metálicos.

Existe una apertura de ventilación en el conducto de aceite o de fluido que va del depósito a la bomba cebadora. Dado que el depósito suele montarse por encima de la bomba cebadora, una acción sifónica dreña el depósito después de haber utilizado el cebador. La apertura de ventilación rompe el sifón. Esta apertura tiene que ser lo suficientemente grande para cumplir su función al tiempo que es suficientemente pequeña para permitir que la bomba cebadora succione el aceite y lo saque del depósito cuando se está utilizando el cebador. Además, es necesario comprobar con frecuencia esta apertura para asegurarse de que está limpia.

Las rpm del motor ideales para el funcionamiento del cebador activado por los engranajes de la caja de transferencia dependen de la fabricación del cebador, del coeficiente de los engranajes de la caja de transferencia y de otras características propias de una instalación concreta. El manual de funcionamiento de la bomba o del vehículo contraincendios debe especificar la velocidad del motor (rpm) recomendable para el cebado. Sin embargo, por norma general, éste debe realizarse a una velocidad de entre 1.000 y 2.000 rpm. Es mejor activar estos cebadores con el motor al ralentí y que luego se aumente la aceleración hasta alcanzar las rpm indicadas. De ese modo, se reduce el desgaste del embrague mecánico.

Cebadores por gases de escape

Los cebadores por gases de escape suelen encontrarse en algunos modelos de vehículos más antiguos. Este tipo de cebadores funciona a partir del mismo principio que un tubo eductor de espuma. Se evita que los gases de escape del vehículo lleguen a la atmósfera mediante el deflector de escape, que desvía los gases a una cámara donde se crea un vacío gracias a la velocidad de los gases que pasan a través de un tubo Venturi. Esta cámara está conectada a través de una línea y de una válvula cebadora

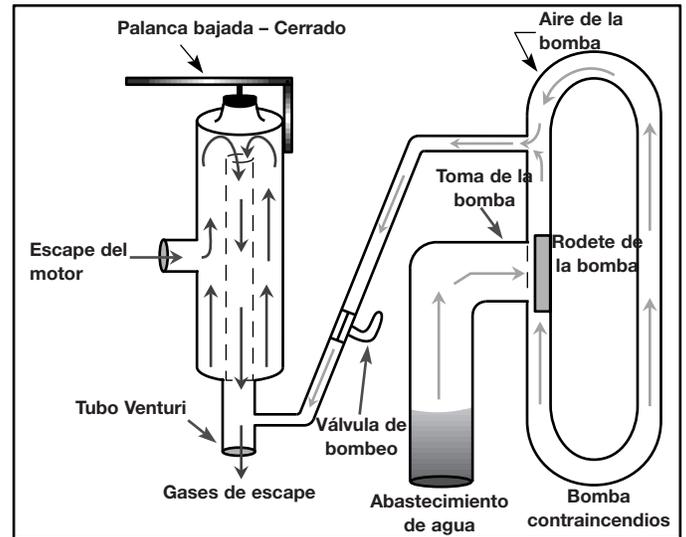


Figura 10.68a Cebador por gases de escape con la palanca en la posición de *Cerrado*. *Gentileza de Bennie Spaulding.*

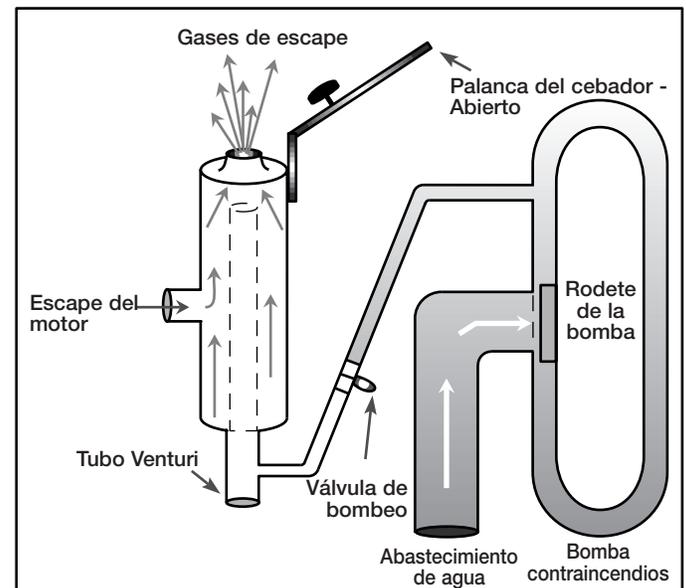


Figura 10.68b Cebador por gases de escape con la palanca en la posición de *Abierto*. *Gentileza de Bennie Spaulding.*

a la toma de la bomba (véanse las figuras 10.68 a y b). Desde la toma se expulsa el aire a la cámara de Venturi y luego se descarga junto con los gases de escape en la atmósfera.

Para crear un vacío con los gases de escape es necesario que el motor gire a unas rpm elevadas para proporcionar la máxima velocidad a los gases de escape. En el mejor de los casos, este cebador no es muy eficiente. Se utiliza principalmente en bombas portátiles, en las que lo que importa es el precio y el peso.

El cebador por gases de escape necesita un mantenimiento constante, ya que los gases de escape que circulan por el cebador tienden a dejar restos de carbono,

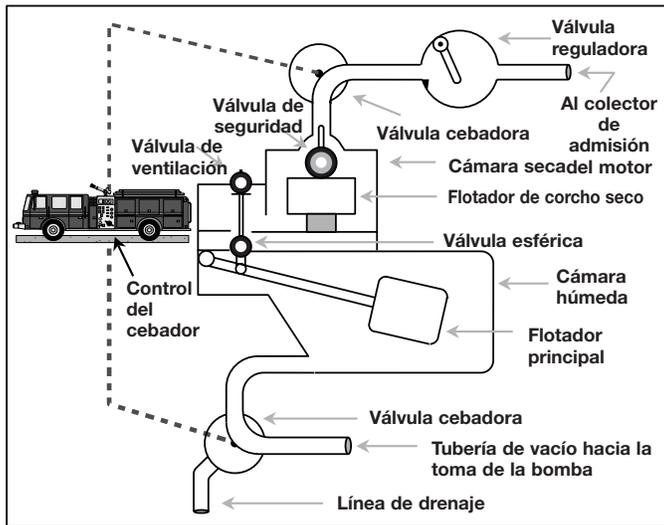


Figura 10.69 Diagrama de un cebador por vacío.

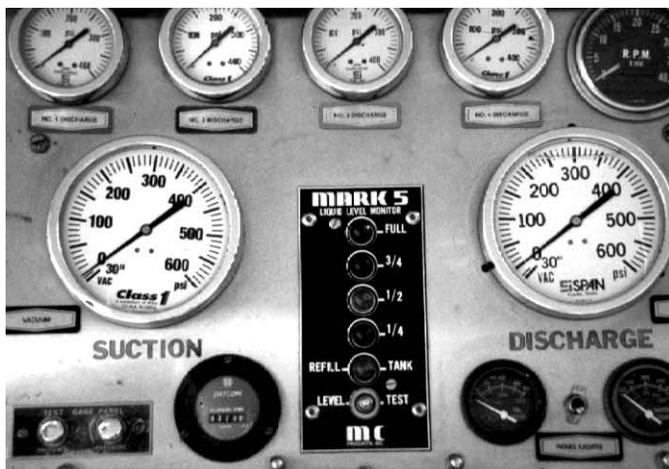


Figura 10.70 Manómetros maestros de presión de toma y de descarga.

lo que hace disminuir aún más la eficacia del dispositivo. Al utilizar un cebador por gases de escape, es necesario que cualquier escape de aire en la bomba sea mínimo y que la manguera de succión y las juntas se conserven en buen estado.

Cebadores por vacío

El cebador por vacío es, probablemente, el más sencillo. Utiliza el vacío que ya se encuentra en el colector de admisión de cualquier motor de gasolina. Este tipo de dispositivos solía utilizarse en los vehículos contraincendios más antiguos que funcionaban con gasolina. Para cebar la bomba, basta con conectar una línea que vaya desde el colector de admisión del motor hasta la toma de la bomba. Además, debe conectarse una válvula a la línea para controlarla. De esta conexión se derivan dos situaciones peligrosas. En primer lugar, el colector de admisión contiene gases explosivos que pueden introducirse en la bomba y provocar daños. En

segundo lugar, cuando se ceba la bomba, puede entrar agua en la bomba y llegar al colector de admisión, causando así daños al motor (véase la figura 10.69). Para evitarlo, la línea del colector de admisión dispone de una válvula reguladora. Cuando esta válvula está bajo presión, como, por ejemplo, durante un retroceso de la llama, se cierra, con lo que desconecta la bomba del motor. Gracias al vacío, la válvula permanece abierta y permite que la bomba se cebe con normalidad. A medida que el aire entra en la línea a través de la toma de la bomba, la bomba se ceba y se llena de agua. Cuando el agua entra en la cámara húmeda del cebador, el flotador se pone en marcha y cierra la válvula esférica. De este modo, se abre la válvula de ventilación y la tubería de vacío puede absorber el aire del exterior de la bomba. Si el flotador no funciona, sigue entrando agua hasta alcanzar la cámara seca, donde un flotador de corcho se eleva y cierra la válvula de seguridad. Cuando la válvula cebadora se cierra, el drenaje se abre y permite drenar el agua del cebador, por lo que éste vuelve a estar preparado para funcionar.

Como el vacío del motor es máximo cerca de la velocidad de ralentí, el cebador funciona mejor a rpm bajas. Cuando se abre la tubería de vacío para cebar la bomba, sólo es necesario aumentar la velocidad del motor lo suficiente para que no se cale.

Instrumentos del panel de la bomba

Con el fin de manipular la bomba de forma rápida y eficaz, el conductor/operario debe conocer todos los instrumentos situados en el panel de funcionamiento de la bomba. Algunos de ellos son específicos de un panel de funcionamiento concreto y otros son duplicados de los indicadores situados en el salpicadero de la cabina. La NFPA 1901 establece que, como mínimo, deben existir los siguientes controles e instrumentos en el panel de funcionamiento de la bomba:

- Indicador maestro de la presión de toma de la bomba
- Indicador maestro de la presión de descarga de la bomba
- Tacómetro resistente a la intemperie
- Indicador de la temperatura del líquido refrigerante del motor de la bomba
- Indicador de la presión del aceite del motor de la bomba
- Indicador de recalentamiento de la bomba
- Voltímetro
- Controles de presión de la bomba (válvulas de descarga)
- Acelerador del motor de la bomba

- Controlador del cebador
- Válvula que conecta el depósito de agua con la bomba (descrita anteriormente en este capítulo dentro del apartado Tuberías de toma)
- Válvula de llenado del depósito (descrita anteriormente en este capítulo dentro del apartado Tuberías de descarga)
- Indicador del nivel del depósito de agua

La mayoría de estos dispositivos se encuentran en el panel de funcionamiento de la bomba en forma de indicadores. En algunos casos, se dispone de indicadores electrónicos que proporcionan lecturas digitales, pero no suelen ser habituales. La excepción a esta regla son los caudalímetros. Si desea más información acerca de los caudalímetros, consulte el capítulo 9.

Aunque la NFPA 1901 no obliga a ello, es recomendable disponer de un indicador del combustible del motor de bombeo en el panel de funcionamiento de la bomba. Este indicador es importante durante las actuaciones de bombeo prolongadas en las que se puede agotar el combustible. Gracias a este indicador, el conductor/operario puede controlar el nivel de combustible sin tener que entrar en la cabina para comprobar el indicador. Además, se puede añadir un indicador de la temperatura de la transmisión automática, de modo que el conductor/operario pueda controlarla para asegurarse de que no se producen daños en la transmisión durante las actuaciones de bombeo.

Manómetros maestros de toma y de descarga

Los manómetros maestros de toma y descarga son los indicadores principales utilizados para determinar la presión del agua que entra y que sale de la bomba (véase la figura 10.70). El *manómetro maestro de toma* (a veces denominado *vacuómetro* o *manómetro compuesto*) se debe conectar a la toma de la bomba. Este manómetro tiene que ser capaz de medir tanto la presión positiva como la negativa. Suele estar calibrado de 0 kPa a 4.137 kPa (de 0 a 600 lb/pulg²) de presión positiva y de 0 mm a 762 mm (de 0 a 30 pulgadas) de vacío en el caso de la presión negativa. Además, proporciona una indicación del vacío existente en la toma de la bomba durante el cebado o mientras la bomba realiza una actuación de succión. Dicha indicación da una idea de la capacidad de la bomba que no se está utilizando. A medida que el flujo de la bomba aumenta, la lectura del vacío también aumenta, ya que se necesita más presión negativa para superar la pérdida de presión por fricción en la manguera de succión. A medida que la lectura del vacío se va aproximando a 508 mm (20 pulgadas), la bomba se acerca a su capacidad máxima y no puede abastecer ninguna línea más.



Figura 10.71 Las conexiones de prueba de los manómetros maestros de presión de toma y de descarga deben estar situados en algún punto del panel de la bomba.

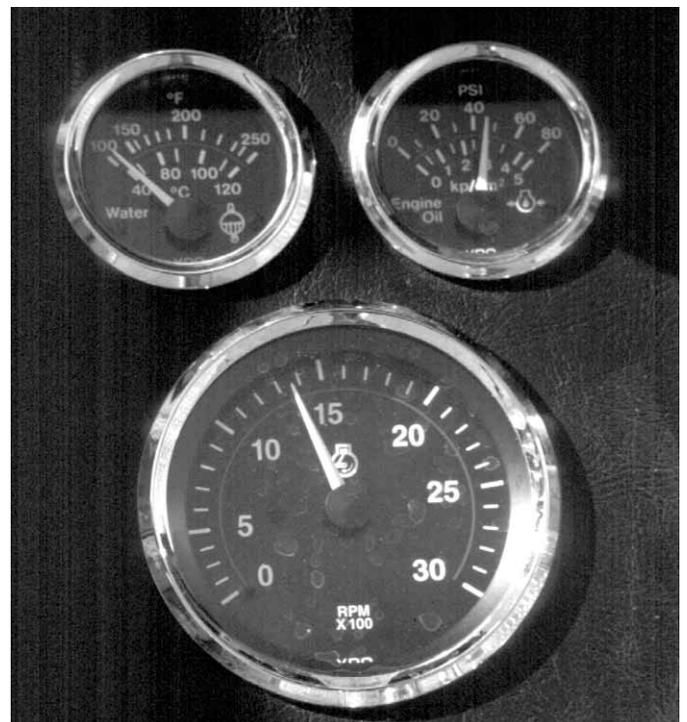


Figura 10.72 Gracias al tacómetro, el operario de la bomba puede controlar la velocidad del motor desde el panel de la bomba.

Mientras la bomba está conectada a un hidrante o recibe agua de otra bomba a través de una línea de abastecimiento, el manómetro maestro de toma también proporciona una indicación de la presión residual. Dado que las dimensiones físicas de la escala de vacío son tan reducidas, el mínimo error en la configuración del manómetro a cero puede provocar un gran error en la medición del vacío en la toma de la bomba. Si los manómetros no están diseñados para utilizarlos en vacío, pueden resultar dañados. Si desea obtener más información sobre el manómetro maestro de toma, consulte la NFPA 1901.

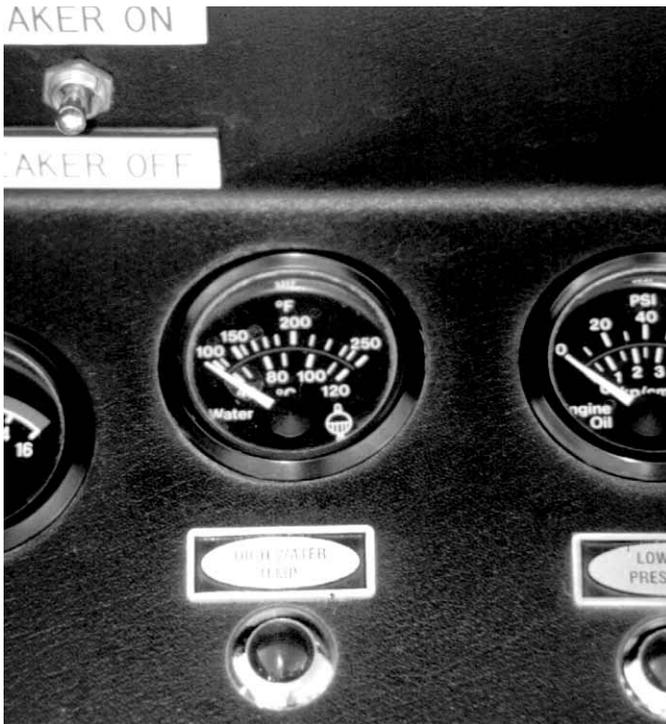


Figura 10.73 En caso de producirse un recalentamiento del motor, el indicador de la temperatura del líquido refrigerante del motor alerta al operario de la bomba.



Figura 10.74 El panel de la bomba puede disponer de un indicador visual de recalentamiento.

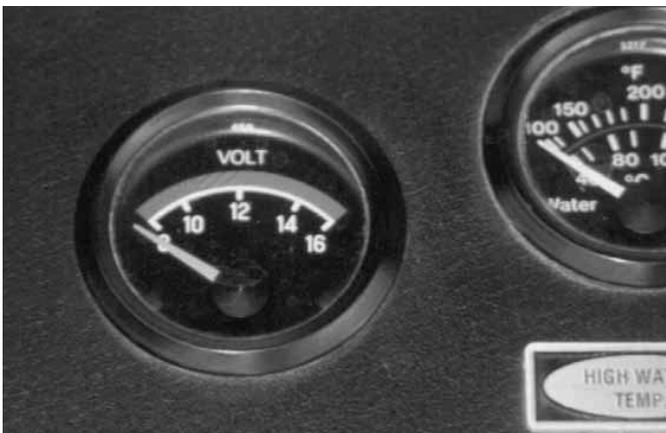


Figura 10.75 El voltímetro muestra el estado del sistema de abastecimiento eléctrico del vehículo.

En un autobomba se necesita también un manómetro maestro de presión de descarga de la bomba. Este manómetro debe estar calibrado a 4.137 kPa (600 lb/pulg²) a menos que el autobomba esté equipado para abastecer chorros nebulizadores de alta presión, en cuyo caso, puede estar calibrado a 6.900 kPa (1.000 lb/pulg²). El manómetro de presión de descarga de la bomba registra la presión del agua que sale de la bomba antes de que alcance los manómetros de cada línea de descarga.

Con el fin de permitir la instalación de manómetros calibrados cuando se practican pruebas de servicio a los vehículos, deben realizarse conexiones externas con estos manómetros maestros (véase la figura 10.71) Estas conexiones también se utilizan para los manómetros estándar cuando se realizan las pruebas de aceptación de la bomba.

Tacómetro

El tacómetro registra la velocidad del motor en revoluciones por minuto (rpm) (véase la figura 10.72). Gracias a este dispositivo, el conductor experimentado obtiene información valiosa sobre el estado de la bomba. El tacómetro es útil como instrumento de análisis de problemas cuando se presentan dificultades con la bomba. Cuando se practican las pruebas de aceptación iniciales de la bomba, se establecen las rpm que necesita la bomba para bombear a su capacidad establecida, y la información se graba en una placa de identificación en el panel de la bomba. Un aumento gradual de las rpm necesarias para bombear a la capacidad establecida es síntoma de desgaste en la bomba e indica que es preciso repararla.

Indicador de la temperatura del líquido refrigerante del motor de la bomba

El indicador de la temperatura del líquido refrigerante del motor de la bomba muestra la temperatura del líquido refrigerante que se encuentra en el interior del motor que alimenta la bomba contraincendios (véase la figura 10.73). Dicho motor puede ser el motor principal del vehículo, o, en el caso de una bomba con motores auxiliares, el motor de la bomba. La temperatura de funcionamiento del motor es importante: un motor que funciona a una temperatura demasiado baja no es eficaz, y una temperatura demasiado elevada puede dañar las piezas componentes mecánicas. Suelen utilizarse dispositivos refrigerantes auxiliares para compensar la falta de movimiento. Dichos dispositivos pueden utilizarse además para mantener la temperatura del motor dentro de unos límites tolerables mientras la bomba está en funcionamiento. Estos dispositivos se describen más adelante en este capítulo.

Indicador de la presión del aceite del motor de la bomba

El indicador de la presión del aceite del motor de la bomba se utiliza para comprobar que se suministra la cantidad suficiente de aceite a las zonas del motor que impulsa la bomba o bomba contraincendios que lo necesitan. Este indicador no mide el nivel de aceite en el cárter, pero si el aceite en el cárter cae a niveles demasiado bajos, es imposible

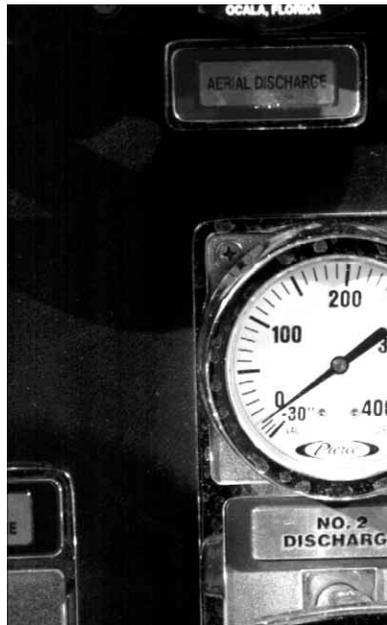


Figura 10.76 Todas las descargas de la bomba tienen que estar equipadas con su propio manómetro de presión.

que la bomba mantenga la cantidad de presión necesaria. Aunque en el manual de mantenimiento se especifican las presiones del aceite normales para el funcionamiento de la bomba, la presión para un motor concreto puede variar, de modo que el operario debe conocer la lectura esperada. Cualquier desviación significativa de la lectura de la presión del aceite normal indica que hay problemas que debe solucionarse.

Indicador de recalentamiento de la bomba

El panel de la bomba puede estar equipado con un indicador visual o acústico que avisa al conductor/operario cuando la bomba se recalienta (véase la figura 10.74). El recalentamiento puede producirse cuando la bomba funciona durante períodos prolongados en los que no se descarga agua. En el capítulo 11, se describen los métodos para evitar el recalentamiento de la bomba.

Voltímetro

El voltímetro proporciona una indicación relativa del estado de la batería y del voltaje de salida del alternador midiendo la caída de tensión cuando se utilizan algunos de los accesorios eléctricos que consumen más energía, como el cebador (véase la figura 10.75). Además, este dispositivo indica el voltaje máximo disponible cuando la batería está totalmente cargada.

Indicadores de la presión de la bomba (manómetros de descarga)

Los indicadores de presión de la bomba, más conocidos como manómetros de descarga, pueden



Figura 10.77 Pueden utilizarse caudalímetros en lugar de manómetros de descarga individuales.

conectarse a cada uno de los accesorios de descarga de la bomba (véase la figura 10.76). Dichos indicadores deben conectarse a la salida de la válvula de descarga, de modo que la presión registrada sea la presión que realmente se aplica a las líneas de mangueras situadas a continuación de la válvula. De ese modo, si es necesario, es posible disminuir la presión en cada descarga a partir de la presión total de descarga de la bomba. La válvula de compuerta tiene que reajustarse cada vez que se modifica el flujo de la boquilla que se abastece. Este reajuste es necesario porque la pérdida de presión en la válvula viene determinada por la cantidad de agua que fluye a través de ella. Si la boquilla de la línea de mangueras que se está abasteciendo se cierra, la lectura del manómetro de presión individual es la misma que la del manómetro maestro de presión, ya que no existe ningún flujo a través de la válvula que pueda reducir la presión. No debe intentarse reajustar la válvula de compuerta hasta que el agua vuelva a fluir.

Los dispositivos de chorro maestro o las líneas que los abastecen pueden disponer también de manómetros de presión individuales. Dichos manómetros son fundamentales, ya que es imposible mantener chorros maestros eficaces a menos que se proporcione la presión adecuada al accesorio. Dado que se necesitan grandes flujos, la pérdida de presión por fricción en las líneas de abastecimiento es elevada. El único instrumento que permite garantizar que la bomba se ha reajustado correctamente es un manómetro individual colocado en la línea.

La NFPA 1901 permite que las lecturas del caudalímetro sustituyan a los manómetros individuales de presión de la descarga (véase la figura 10.77). No obstante, incluso si se utiliza un sistema de caudalímetros, sigue siendo necesario que el vehículo



Figura 10.78 Este tipo de regulador de la aceleración se ha utilizado durante muchos años.



Figura 10.79 Los vehículos más modernos pueden estar equipados con reguladores de aceleración accionados con una palanca.



Figura 10.80 Controlador del cebador.

disponga de manómetros maestros de presión y de toma. Si desea más información acerca de los caudalímetros, consulte el capítulo 9.

Acelerador del motor de la bomba

En el panel de funcionamiento de la bomba también debe haber un acelerador del motor de la bomba. Este dispositivo se utiliza para aumentar o disminuir la velocidad del motor que hace funcionar la bomba contraincendios. Al aumentar o al disminuir la velocidad del motor, el conductor/operario controla la cantidad de presión que la bomba contraincendios transmite a la descarga. El acelerador más utilizado en el panel de funcionamiento de la bomba es un tirador que gira (véase la figura 10.78). El tirador se pueda girar en ambas direcciones hasta conseguir las rpm o la presión deseadas. También existen controles de aceleración automáticos, como los que funcionan con un conmutador de palanca, que son los que se utilizan en los vehículos más modernos (véase la figura 10.79).

Controlador del cebador

El controlador del cebador sirve para poner en marcha el dispositivo cebador cuando va a utilizarse la bomba en actuaciones de succión de una fuente de agua estática (véase la figura 10.80). Este controlador suele consistir en un pulsador, un conmutador de palanca o una palanca que se estira. Los dispositivos cebadores y su funcionamiento se han descrito anteriormente en este capítulo.

Indicador del nivel del depósito de agua

La finalidad de este dispositivo es que el conductor/operario pueda saber cuánta agua queda en el depósito que transporta el vehículo. De ese modo, puede saber de antemano la longitud de líneas de ataque que puede abastecerse antes de recurrir a una fuente externa de abastecimiento de agua. Esta información es fundamental, sobre todo cuando se abastecen líneas de ataque interior con el depósito de agua como única fuente de abastecimiento de la bomba. Si el depósito se agota antes de que se haya establecido una fuente de abastecimiento externa, hay que evacuar al personal que trabaja en el interior de estructuras.

El tipo más habitual de indicador del nivel del depósito de agua es el que utiliza una serie de luces situadas en el panel de funcionamiento de la bomba (véanse las figuras 10.81 a y b). Unos sensores colocados en el interior del depósito envían señales que indican la cantidad de agua restante en el depósito en niveles de una cuarta parte (vacío, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, lleno). Las luces pueden ser pilotos pequeños situados en una placa del panel de la bomba o luces más grandes montadas en un sitio donde las pueda



Figura 10.81a Los indicadores del nivel del depósito de agua con múltiples luces son muy habituales.



Figura 10.81b Otro tipo de indicador del nivel del depósito de agua con múltiples luces.

ver tanto el conductor/operario como el resto de personal que se encuentra en el lugar de la emergencia (véase la figura 10.82). Algunos vehículos están equipados con indicadores que permiten que el conductor/operario vea el nivel real de agua en el depósito a través de un tubo transparente. A medida que el nivel de agua del depósito disminuye, el nivel del tubo también disminuye. Los vehículos más modernos pueden estar equipados con dispositivos de lectura digitales que indican el nivel de agua en el depósito.

Dispositivos refrigerantes auxiliares

La función principal de los dispositivos refrigerantes auxiliares es controlar la temperatura del líquido refrigerante del motor del vehículo durante las actuaciones de bombeo. En los vehículos más antiguos existen dos tipos de dispositivos refrigerantes auxiliares: por contacto y por inmersión. El dispositivo refrigerante por contacto se inserta en uno de los manguitos utilizados en el sistema de refrigeración del motor, de modo que el líquido refrigerante del motor tiene que pasar a través de dicho manguito cuando circula por el sistema (véase la figura 10.83). El propio dispositivo refrigerante contiene una serie de tubos pequeños parecidos a los conductos de humos de una caldera de vapor. Una camisa de refrigeración rodea los tubos y se conecta a la descarga de la bomba



Figura 10.82 Algunos vehículos están equipados con grandes luces indicadoras del nivel del depósito de agua que son visibles desde una distancia considerable del vehículo.

contraincendios. Cuando la bomba está en marcha, el agua puede circular a través de la camisa de refrigeración del dispositivo refrigerante auxiliar. A medida que el líquido refrigerante del radiador pasa a través de los tubos del dispositivo refrigerante, el agua fría de la bomba contraincendios entra en contacto con los tubos metálicos. El agua elimina el calor de los tubos, de modo que se reduce la temperatura del líquido refrigerante que fluye a través de éstos. El panel de la bomba dispone de una válvula para controlar la cantidad de agua que se suministra al dispositivo refrigerante auxiliar desde el panel de la bomba.

El dispositivo refrigerante auxiliar por inmersión está montado de manera parecida al dispositivo refrigerante por contacto, ya que el líquido refrigerante del radiador pasa a través del dispositivo refrigerante.

En este caso, el agua suministrada por la bomba pasa a través de una espiral o de un sistema de tubos montado en el interior del dispositivo refrigerante, de modo que queda inmersa en el líquido refrigerante.

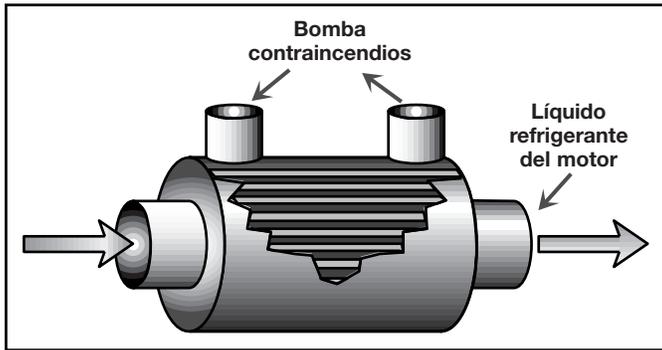


Figura 10.83 Dispositivo refrigerante por contacto.

A medida que el agua fría de la bomba contraincendios pasa a través del sistema de tubos, éste absorbe una parte del calor del líquido refrigerante que se disipa en el agua de la bomba contraincendios. Este tipo de dispositivo refrigerante también se controla mediante una válvula en el panel de funcionamiento de la bomba para regular el grado de refrigeración deseado (véase la figura 10.84).

Ambos tipos de dispositivos refrigerantes auxiliares están contruidos de modo que el líquido refrigerante del radiador no entra en contacto con el agua que los refrigera y que procede de la bomba contraincendios. Por tanto, el dispositivo refrigerante auxiliar puede utilizarse sin contaminar el líquido refrigerante del motor.

Algunos fabricantes también proporcionan una válvula de llenado del radiador, que puede utilizarse para rellenar el radiador en caso de que el líquido refrigerante registre niveles demasiado bajos para realizar una refrigeración eficaz durante una actuación de bombeo. La válvula de llenado del radiador sólo debe utilizarse en caso de emergencia, ya que todo tipo de agua que se proporcione a la bomba entra en el radiador y circula a través del motor y de todo el sistema de refrigeración. En caso de que se haya instalado un anticongelante en el radiador, se diluye por la acción del agua de la bomba y puede resultar ineficaz.

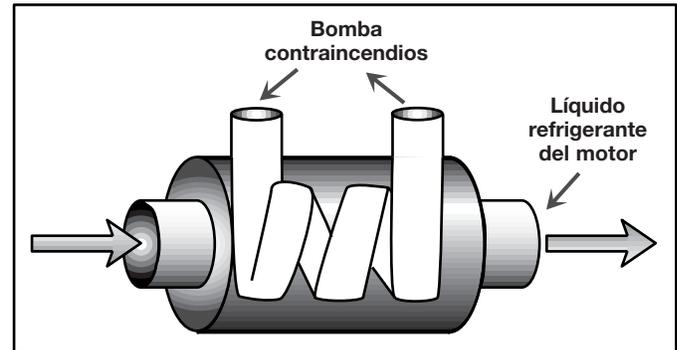


Figura 10.84 Dispositivo refrigerante por inmersión.

Es imprescindible utilizar la válvula de llenado del radiador para rellenar el radiador con líquido refrigerante. La línea que sale de la válvula de llenado del radiador tiene que restringirse lo suficiente para reducir la presión que llega al radiador hasta alcanzar niveles seguros. No obstante, pueden producirse niveles peligrosos de presión tan rápido que la línea de desahogo no pueda liberarlos. Dado que el exceso de presión en el radiador podría provocar un reventón, la válvula de llenado del radiador debe abrirse sólo un poco. Es preciso vigilar atentamente el radiador para que la cantidad de agua contaminada en el sistema sea la mínima posible. Tan pronto como sea posible y después de la actuación de bombeo, hay que revisar el sistema de refrigeración. Es necesario vaciarlo y rellenarlo con la cantidad adecuada de solución anticongelante limpia y fresca.

En situaciones en las que se produce una avería importante en un manguito del radiador o en otro elemento del sistema de refrigeración mientras el autobomba abastece líneas de mangueras para equipos que se encuentran en una posición peligrosa, es necesario dirigir un chorro de agua al motor para mantenerlo frío hasta que el personal se haya retirado a una zona segura. No obstante, esta es una solución temporal. Una vez que el personal esté a salvo, hay que apagar el motor inmediatamente.

Utilización de bombas contraincendios

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información para que el lector pueda cumplir los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) edición de 1998. Las partes de los requisitos de rendimiento laboral tratados en este capítulo están marcadas en negrita.

3-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir los chorros manuales o maestros eficaces, de modo que la bomba se emplee de un modo seguro, se coloquen todos los dispositivos de control de presión y seguridad del vehículo, se alcance el flujo estipulado de la boquilla y se mantenga y el vehículo se controle continuamente por si tiene problemas potenciales.

- Depósito interno
- Fuente presurizada
- Fuente estática

• **Trasvase de un depósito interno a una fuente externa**

- (a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; **funcionamiento seguro de la bomba;** problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.
- (b) *Habilidades requeridas:* **posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas,** y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

3-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y el tamaño de la línea y la presión de entrada y el flujo deseados, bombear una línea de abastecimiento de 65 mm (2,5 pulgadas) o mayor, de modo que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

- (a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; **funcionamiento seguro de la bomba;** problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.
- (b) *Habilidades requeridas:* **posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas,** y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

3-2.4 Dada la información específica sobre un sistema y un autobomba del cuerpo de bomberos, proporcionar agua a un rociador contraincendios y a una sistema de tuberías montantes, de modo que el agua llegue al sistema con un volumen y con una presión adecuados.

- (a) *Conocimientos requeridos:* **cálculo de la presión de descarga de la bomba;** tendidos de mangueras; ubicación de las conexiones del cuerpo de bomberos; procedimientos de abastecimiento alternativos en caso de que no se puedan utilizar las conexiones del cuerpo de bomberos; principios de funcionamiento de los sistemas de rociadores tal como establece la NFPA 13 *Instalación de sistemas de rociadores*, la NFPA 13D, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes* (Norma sobre la instalación de sistemas de rociadores en viviendas para una o dos familias y casas prefabricadas) y la NFPA 13R, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Residential Occupancies Up To and Including Four Stories in Height* (Norma sobre la instalación de sistemas de rociadores en instalaciones residenciales de hasta cuatro pisos de alto); actuaciones del cuerpo de bomberos en instalaciones con rociadores tal como establece la NFPA 13E, *Guide for Fire Department Operations in Properties*

Protected by Sprinkler and Standpipe Systems (Guía para las actuaciones del cuerpo de bomberos en propiedades protegidas con sistemas de rociadores y de tuberías montantes); y los principios de funcionamiento de los sistemas de tuberías montantes tal como establece la NFPA 14, *Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems* (Norma sobre la instalación de sistemas de tuberías montantes y de mangueras).

6-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros contra incendios eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo, se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Cisterna de agua
 - Fuente presurizada
 - Fuente estática
- (a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; **funcionamiento seguro de la bomba**; colocación adecuada del vehículo; consideraciones de seguridad personal; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión, sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.
- (b) *Habilidades requeridas:* **posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizarlo junto con un hidrante contra incendios o con una fuente de agua estática; colocar correctamente el vehículo para llevar a cabo el ataque al incendio; transferencia de potencia**

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contra incendios) Copyright© 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contra incendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

Una vez que el conductor/operario conoce a fondo el mecanismo interno de la bomba, el siguiente paso consiste en adquirir práctica en su funcionamiento en una gran variedad de situaciones. El conocimiento teórico del funcionamiento de las bombas contra incendios no sirve de nada si el conductor/operario no puede ponerlo en práctica. En este capítulo, el conductor/operario aprenderá los métodos para utilizar una bomba en una serie de circunstancias diferentes.

Lo primero que todo conductor/operario debe hacer para iniciar cualquier actuación de bombeo es preparar la bomba contra incendios para su funcionamiento. Después, podrá elegir alguna de las siguientes fuentes de agua para abastecer la bomba: depósito de agua del vehículo, fuente presurizada o fuente estática. En este capítulo, se muestran los procedimientos para preparar la

del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

6-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y tamaño de la línea, el flujo de bombeo y la presión de entrada deseada, bombear una línea de abastecimiento, de modo que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

- (a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; **funcionamiento seguro de la bomba**; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto y con los sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.
- (b) *Habilidades requeridas:* **posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizar un hidrante contra incendios en una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.**

bomba para su funcionamiento utilizando cada una de estas tres fuentes de agua. Asimismo, se incluye información sobre el funcionamiento de la bomba en instalaciones equipadas con sistemas automáticos de rociadores y tuberías montantes.



Figura 11.1 Los vehículos con frenos neumáticos suelen tener mandos presión-control amarillos.

La información que se incluye en este capítulo ofrece asesoramiento genérico y preciso sobre la actuación de los autobombas del cuerpo de bomberos. Aunque un gran número de los principios básicos son los mismos para todas las marcas y modelos de bombas y vehículos, todos los fabricantes incluyen algunas características especiales que el conductor/operario debe conocer. Por tanto, es importante que el conductor/operario consulte el manual del operario para el vehículo y la bomba que utiliza.

Preparación de la bomba para su funcionamiento

La preparación de la bomba para su funcionamiento empieza justo después de aparcar el vehículo en el sitio adecuado y accionar el freno de mano. La ubicación adecuada del vehículo depende de una gran variedad de factores, como su uso táctico (ataque o abastecimiento) y la fuente de abastecimiento de agua que se utilizará. Para situar el vehículo de modo adecuado en el lugar del incendio, consulte el capítulo 5.

Cuando haya situado el vehículo, accione el freno de mano. La mayoría de vehículos modernos de grandes



Figura 11.2 Algunos vehículos poseen frenos de mano de palanca.

dimensiones están equipados con frenos neumáticos. El freno de mano de los vehículos contraincendios suele ser un mando que se estira y que se empuja situado en el tablero de instrumentos (véase la figura 11.1). Siga las instrucciones del fabricante del bastidor para accionar el freno. Puede que los vehículos grandes más antiguos estén equipados con un freno de mano en forma de palanca que se acciona por resorte (véase la figura 11.2). Asegúrese de que la palanca está en la posición adecuada cuando accione el freno. Los vehículos montados sobre bastidores de camión ligeros, como los autobombas pequeños de ataque inicial y los vehículos contra incendios forestales, pueden disponer de frenos de mano activados mediante un pedal o una palanca (véase la figura 11.3). De nuevo, siga las instrucciones del fabricante del bastidor para accionar el freno.

En la mayoría de vehículos, el procedimiento para preparar la bomba finaliza antes de que el conductor operario haya salido de la cabina. No obstante, existen algunas excepciones a esta norma, que serán tratadas en los apartados pertinentes. Una vez el conductor/operario



Figura 11.3 Los vehículos más pequeños poseen frenos de mano de pedal.



Figura 11.4 Es necesario bloquear las ruedas del vehículo durante las actuaciones de bombeo.

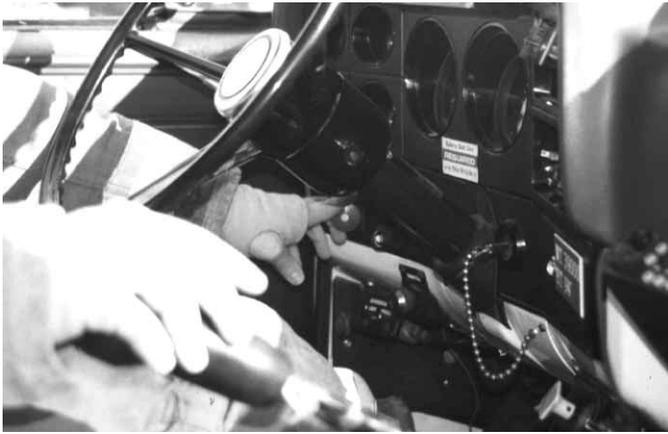


Figura 11.5 El conductor/operario activa la toma de fuerza mientras la transmisión está en punto muerto.



Figura 11.6 El indicador se enciende si la toma de fuerza está en marcha.

ha salido de la cabina, el siguiente paso, en todos los casos menos cuando se utiliza el vehículo en actuaciones de bombeo en movimiento, consiste en bloquear las ruedas del vehículo (véase la figura 11.4). *La IFSTA recomienda que se bloqueen las ruedas del vehículo cada vez que se aparca el vehículo con el motor a ralentí y que el conductor/operario sale de la cabina.* La colocación de calzos para ruedas es una medida de seguridad adicional en caso de que el vehículo se ponga en marcha y el sistema del freno de mano no pueda detenerlo. Las pruebas han demostrado que el vehículo puede moverse estando el freno de mano activado a velocidades del motor tan bajas como 1.300 rpm.

La preparación de la bomba para su funcionamiento varía según el tipo de accionamiento de la bomba y según el fabricante del vehículo. Los siguientes apartados muestran los diferentes procedimientos básicos para poner en marcha cada tipo de bomba.

Cómo conectar las bombas de toma de fuerza y las bombas montadas en la parte delantera

El procedimiento para conectar una bomba de toma de fuerza y una bomba montada en la parte delantera suele ser el mismo. Tenga presente que ambos tipos de bombas



Figura 11.7 Cuando la transmisión esté colocada en la marcha adecuada para una actuación de bombeo en movimiento, puede quitar el freno de mano.

pueden utilizarse con el vehículo estacionado o en actuaciones de bombeo en movimiento. El procedimiento para activar la bomba es ligeramente diferente según cómo se utiliza. Los apartados siguientes incluyen una lista de procedimientos necesarios para encender una bomba de toma de fuerza y una bomba montada en la parte delantera.

Actuación de bombeo en movimiento (transmisión manual)

- Paso 1. Detenga el vehículo y ponga el freno de mano.
- Paso 2. Desembrague el vehículo (pise el pedal del embrague).
- Paso 3. Ponga el vehículo en punto muerto.
- Paso 4. Accione el control de toma de fuerza (véase la figura 11.5). Puede ser una palanca, un mando que se estira y que se empuja o algún otro tipo de interruptor situado en la cabina. En algunas bombas montadas en la parte delantera, este control también puede ser una palanca ubicada delante de la bomba. En ese caso, es necesario

salir de la cabina en ese momento y volver a entrar para completar el proceso.

Paso 5. Ponga la marcha recomendada por el fabricante.

Paso 6. Suelte el freno de mano.

Paso 7. Embrague el vehículo lentamente (quite el pie del pedal del embrague).

Cuando se haya activado la toma de fuerza de modo adecuado y la bomba esté preparada, se encenderá un indicador en el tablero de instrumentos (véase la figura 11.6). Esa luz indica que la bomba se puede utilizar. En caso de que no se encienda la luz, repita el procedimiento.

Actuación de bombeo en movimiento (transmisión automática)

Paso 1. Detenga el vehículo y ponga el freno de mano.

Paso 2. Según las instrucciones del fabricante, deje el vehículo en punto muerto o con una marcha puesta.

Paso 3. Active el control de toma de fuerza, que puede ser una palanca, un mando que se estira y que se empuja o algún otro tipo de interruptor situado en la cabina. En algunas bombas montadas en la parte delantera, puede ser una palanca ubicada delante de la bomba. En ese caso, es necesario salir de la cabina en ese momento y volver a entrar para completar el proceso.

Paso 4. Ponga la marcha recomendada por el fabricante.

Paso 5. Suelte el freno de mano (véase la figura 11.7).

Cuando la toma de fuerza esté activada y la bomba preparada, se encenderá un indicador en el tablero de instrumentos. Esa luz significa que la bomba puede utilizarse. En caso de que no se encienda la luz, repita el procedimiento.

Actuación estacionaria (transmisión manual)

Paso 1. Detenga el vehículo y ponga el freno de mano.

Paso 2. Desembrague el vehículo (pise el pedal del embrague).

Paso 3. Ponga el vehículo en punto muerto (véase la figura 11.8).

Paso 4. Active el control de toma de fuerza, que puede ser una palanca, un mando que se estira y se empuja o algún otro tipo de interruptor situado en la cabina. En algunas bombas montadas en la parte delantera, puede ser una palanca ubicada delante de la bomba. En ese caso, es necesario salir de la cabina en ese momento y volver a entrar para completar el proceso.



Figura 11.8 Deje la transmisión en punto muerto pisando el embrague con el pie izquierdo y moviendo la palanca de cambio para ponerlo en la marcha adecuada.

Paso 5. Embrague el vehículo lentamente (quite el pie del pedal del embrague).

Cuando la toma de fuerza esté activada y la bomba esté preparada, se encenderá un indicador en el tablero de instrumentos. Asimismo, el cuentakilómetros del vehículo debe mostrar una velocidad ligeramente superior a los 0 km/h (millas/hora), aunque el vehículo no esté en movimiento. Todo ello indica que la bomba puede utilizarse. En caso de que no se encienda la luz, repita el procedimiento.

Actuación estacionaria (transmisión automática)

Paso 1. Detenga el vehículo y ponga el freno de mano.

Paso 2. Según las instrucciones del fabricante, deje el vehículo en punto muerto o con una marcha puesta.

Paso 3. Active el control de toma de fuerza, que puede ser una palanca, un mando que se estira y que se empuja o algún otro tipo de interruptor situado en la cabina. En algunas bombas montadas en la parte delantera, puede ser una palanca ubicada delante de la bomba.

Cuando la toma de fuerza esté activada y la bomba preparada, se encenderá un indicador en el tablero de instrumentos. Asimismo, el cuentakilómetros del vehículo debe mostrar una velocidad ligeramente superior a los 0 km/h (millas/hora), aunque el vehículo no esté en movimiento. Todo ello indica que la bomba puede utilizarse. En caso de que no se encienda la luz, repita el procedimiento. Después, puede salir de la cabina y colocar los calzos para las ruedas.

Cómo desconectar las bombas de toma de fuerza y las bombas montadas en la parte delantera

El procedimiento para desconectar una bomba de toma de fuerza y una bomba montada en la parte delantera es el siguiente:



Figure 11.9 Palanca de cambio de una bomba maestra de transferencia.



Figura 11.10 Este indicador luminoso se enciende cuando se realiza un cambio adecuado en la bomba.

- Paso 1. Utilice el regulador del acelerador para dejar el motor en ralentí.
- Paso 2. Si su vehículo tiene transmisión manual, desembráguelo (pise el pedal del embrague) o, si posee transmisión automática, póngalo en punto muerto.
- Paso 3. Mueva el control de toma de fuerza en la dirección opuesta a la utilizada para conectar la bomba.

Ahora la toma de fuerza debe estar desactivada y la bomba ya no debe estar en marcha. El indicador luminoso de la bomba en el tablero de instrumentos debe estar apagado. Si aún está encendido, repita los procedimientos.

Cómo conectar una bomba maestra de transferencia

Para utilizar estas bombas, es necesario que tanto la bomba como la transmisión del vehículo estén en funcionamiento. La energía del motor pasa a la bomba en vez de a las ruedas motrices. Para utilizar la energía del motor en la bomba de modo eficaz, hay que poner la

marcha adecuada, es decir, la que recomienda el fabricante. En los siguientes apartados, se incluye una lista con los pasos para activar la mayoría de bombas maestras de transferencia.

Transmisión manual

- Paso 1. Detenga el vehículo y ponga el freno. Ponga el motor en ralentí.
- Paso 2. Ponga el vehículo en punto muerto. Este paso se aplica tanto a las transmisiones manuales como automáticas.
- Paso 3. Active el control de cambio de la bomba para transferir la energía del eje motriz a la bomba. Este control suele estar colocado en el tablero de instrumentos (véase la figura 11.9).
- Paso 4. Ponga la marcha adecuada para bombear y bloquee la caja de cambios.
- Paso 5. Embrague el vehículo lentamente (quite el pie del pedal del embrague).

Transmisiones automáticas

- Paso 1. Detenga el vehículo. Deje el motor en ralentí. Si el motor no tiene tiempo suficiente para reducir, se produce una sacudida.
- Paso 2. Ponga el vehículo en punto muerto. Después, active el freno según las instrucciones del fabricante.
- Paso 3. Active el control de cambio de la bomba para transferir la energía del eje motriz a la bomba. Este control suele estar colocado en el tablero de instrumentos.
- Paso 4. Ponga la marcha adecuada para bombear y bloquee el sistema de cambio.
- Paso 5. Pise el acelerador para asegurarse de que la marcha ha entrado bien y que el vehículo no se moverá.

Después de transferir la energía de la transmisión de conducción a la transmisión de bombeo, se encenderá una luz en el tablero de instrumentos para indicar que la transferencia es completa (véase la figura 11.10). En caso de que no se encienda la luz, repita el procedimiento. Si la transferencia ya se ha producido, el cuentakilómetros del vehículo debe mostrar una velocidad algo superior a 0 km/h (millas/hora), aunque el vehículo esté parado. Los vehículos más nuevos no ofrecen esta posibilidad de comprobación, ya que la lectura del cuentakilómetros está colocada detrás de la caja de transferencia. En esos casos, sólo dispondrá del indicador visual para asegurarse de que la bomba está en marcha.



Figura 11.11 Para activar la bomba, el conductor/operario tan sólo tiene que apretar el botón de encendido del motor .

Cómo desconectar una bomba maestra de transferencia

El procedimiento para desconectar una bomba maestra de transferencia es el siguiente:

- Paso 1. Utilice el regulador del acelerador para dejar el motor en ralentí.
- Paso 2. Si su vehículo tiene transmisión manual, desembráguelo (pise el pedal del embrague) o, si tiene transmisión automática, póngalo en punto muerto. Espere algunos segundos a que el eje motor de la bomba deje de girar antes de continuar. De lo contrario, los engranajes podrían chocar y quedar dañados mientras se utiliza el control de cambios de la bomba.
- Paso 3. Quite la posición de BOMBA del control de cambio de la bomba y póngalo en la posición de CARRETERA.

La caja de transferencia debe estar ahora en la posición de carretera. El indicador luminoso de la bomba en el tablero de instrumentos debe estar apagado. Si aún está encendido, repita los procedimientos.

Cómo conectar una bomba contraincendios accionada por un motor auxiliar

Estas bombas están diseñadas de modo que siempre estén en funcionamiento si el motor auxiliar está activado. Por tanto, para conectar estas bombas sólo hay que encender el motor auxiliar. El procedimiento para activar estos motores varía mucho según el fabricante del motor y el diseño del vehículo. Algunos disponen de interruptores eléctricos de arranque en la cabina del vehículo, directamente en el motor o en ambos lugares (véase la figura 11.11). Otros son de encendido manual y utilizan un cable para tirar colocado directamente en el volante del motor. El conductor/operario del vehículo equipado con una bomba accionada por un motor auxiliar debe recibir



Figura 11.12 La válvula que conecta la bomba con el depósito se activa cuando el conductor/operario llega hasta el panel de la bomba.

un entrenamiento exhaustivo sobre el procedimiento de encendido del vehículo que se le asigna. Asimismo, debe saber que si el motor está en marcha y la bomba está girando, el abastecimiento de agua para la bomba debe estar abierto para garantizar que se quede seca durante un período de tiempo prolongado.

Utilización de la bomba desde el depósito de agua

De los tres tipos posibles de abastecimiento de agua para la bomba contraincendios, la mayoría de conductores/operarios sólo utilizan el depósito de agua del vehículo en la mayoría de incidentes. La necesidad de utilizar una fuente de abastecimiento de agua presurizada o estática es bastante inusual. En algunas circunstancias, el ataque al incendio empieza con el agua en el depósito y después, a medida que el fuego se propaga, es necesario utilizar una fuente de agua externa. El operario de la bomba debe ser capaz de hacer la transición del depósito del vehículo a otra fuente de abastecimiento con precaución, sin interrumpir las actuaciones en el lugar del incendio. Los apartados siguientes ofrecen datos sobre el funcionamiento desde el depósito de agua del vehículo y sobre cómo se efectúa el cambio de abastecimiento a una fuente de agua presurizada externa. El cambio de un depósito de agua en el vehículo a una actuación de succión se realiza muy pocas veces. En la mayoría de situaciones para las que se necesita una actuación de succión, ésta se iniciará inmediatamente después de colocar el vehículo en el lugar deseado. Más adelante en este capítulo, se ofrece información sobre la succión.

Preparación de la bomba para su funcionamiento

Debe empezar por conectar la bomba tal y como se ha indicado en los apartados anteriores de este capítulo.



Figura 11.13 Aumente la aceleración para proporcionar la presión de descarga suficiente.



Figura 11.14 Cuando ya se ha creado la presión adecuada, se abre la descarga apropiada.

Después, el conductor/operario saldrá de la cabina del vehículo, colocará los calzos en las ruedas del vehículo y se dirigirá hacia el panel del operario de la bomba. A continuación, deberá abrir completamente la válvula que conecta la bomba con el depósito (véase la figura 11.12). Si la válvula posee un mecanismo de cierre, colóquelo en la posición de ABIERTO. De este modo, se evitan las vibraciones o los contactos repentinos que podrían cerrar la bomba e interrumpir el flujo de agua hacia ella. Después de abrir la válvula, la bomba se llena de agua.

Si la bomba posee múltiples posiciones, coloque la válvula de conmutación en la posición adecuada antes de que se cree una presión en la bomba. En la mayoría de casos, la bomba debe estar colocada en la posición EN SERIE (PRESIÓN) si se utiliza desde el depósito, ya que el flujo máximo está limitado por el tamaño de la tubería de la bomba. Si se prevé que la bomba deberá descargar más del 50% de su capacidad, debe colocarse en la posición EN PARALELO (VOLUMEN) desde el principio. De este modo, no habrá que desconectar la bomba posteriormente para cambiar a la posición EN SERIE. Tal y como se comenta en el capítulo 10, algunos fabricantes de bombas puede que recomienden que se mantenga la bomba en la posición EN SERIE hasta que se necesite el 70% de su capacidad. Asegúrese de que conoce las recomendaciones para utilizar su bomba.

Aumente las revoluciones por minuto del motor utilizando el regulador manual (véase la figura 11.13). Observe el manómetro maestro de presión a medida que mueve el regulador. Si la bomba está llena de agua, el manómetro maestro de presión debe empezar a subir tan pronto como aumenten las revoluciones por minuto. Si se ha drenado la bomba, estará llena de aire. El agua sacará el aire fuera a medida que entra antes de que se cree la presión de descarga. Si así es, al menos una de las válvulas de descarga o la línea de llenado del depósito deben estar abiertas antes de que el aire pueda salir y que la bomba pueda llenarse de agua. La utilización del cebador también acelera la salida del aire de la bomba. Si el manómetro maestro de presión no proporciona ninguna lectura, puede que la bomba no esté colocada en la marcha adecuada. Reduzca inmediatamente la velocidad del motor y vuelva a la cabina del vehículo para comprobar que la transmisión está en la marcha adecuada o que se ha realizado la transferencia.

Cuando determine la cantidad de presión que hay que crear en una bomba, el operario debe utilizar el sentido común y basar las decisiones que tome en su experiencia y en los procedimientos normalizados del cuerpo. Dicha cantidad depende del número y del tamaño de las líneas de mangueras que se van a tender. Si posee experiencia, el operario sabe cual es la presión adecuada de la bomba antes de abrir ninguna línea.

Si ninguna de las líneas de ataque están preparadas para ser cargadas cuando ya se ha creado una presión en la bomba, puede abrirse parcialmente la línea que conecta la bomba con el depósito (válvula de llenado de depósito) para permitir que el agua circule. El aire que quedaba en la bomba o las tuberías se ha eliminado, por lo que puede crearse una presión estable. Si las líneas de mangueras están preparadas para recibir el agua cuando

se fija la presión, la válvula de descarga puede abrirse lentamente, fijarse en la posición adecuada e iniciar el flujo (véase la figura 11.14). Fije el regulador automático de presión a la presión de funcionamiento. Puede encontrar la información para fijar los reguladores de presión de los diferentes modelos de bombas en el manual de operaciones del fabricante de la bomba.

Un método alternativo para utilizar la bomba consiste en abrir las descargas adecuadas antes de aumentar la presión de descarga acelerando la bomba. Cuando siga este procedimiento, primero abra la válvula de la bomba al depósito. Después, abra las descargas a las líneas de mangueras que se utilizarán. Cuando estas válvulas estén abiertas, las líneas de mangueras empezarán a llenarse de agua. A medida que se aumenta la aceleración, la presión en las líneas de mangueras también empieza a aumentar. Si los bomberos ya han abierto las boquillas, el aire de las líneas de mangueras se reduce y la presión de descarga de la bomba puede situarse en el nivel deseado con el mínimo esfuerzo. Si las boquillas no están abiertas, el conductor/operario debe crear una presión basándose en su experiencia y en los procedimientos de actuación normalizados. Cuando las líneas estén abiertas, puede que sea necesario ajustar mejor la presión.

Mientras la bomba está en funcionamiento, observe con atención todos los manómetros, los manómetros del motor y aquellos asociados con el funcionamiento de la bomba. Prepárese para realizar cualquier acción necesaria para remediar una lectura anormal. Si se utiliza un caudalímetro en la línea de descarga, puede ajustarse la aceleración hasta obtener el flujo deseado.

Durante el ataque inicial, las líneas de mangueras funcionan de modo intermitente. Si no se utiliza agua durante un período de tiempo prolongado, pero la presión de descarga se mantiene a niveles relativamente altos, la bomba se sobrecalentará. Para evitarlo, hay que encontrar algún modo de mantener la circulación del agua a través de la bomba. Si la bomba está equipada con un circulador o una válvula de enfriamiento auxiliar, puede abrirse y fijarse en la posición de depósito (véase la figura 11.15). Esta posición hace que el agua circule a través de la bomba y vuelva al depósito, por lo que proporciona cierto enfriamiento sin desperdiciar agua. Asimismo, la línea de llenado del depósito puede utilizarse para que el agua vuelva a circular a través del depósito auxiliar y mantener una acción enfriadora.

Controle el nivel de agua en el depósito. A medida que el nivel va bajando, informe al oficial al mando de la cantidad de agua restante en el depósito. Asimismo, debe ser capaz de ofrecer una estimación del tiempo que el agua durará si se mantiene el consumo actual. Si la bomba está equipada

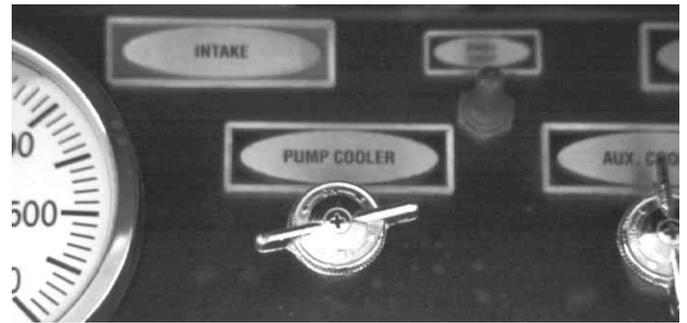


Figura 11.15 La válvula del circulador debe estar en la posición del depósito.



Figura 11.16 Abra la válvula de purga en la toma conmutada para eliminar el aire del sistema.

con un caudalímetro, podrá saber qué cantidad de agua se ha descargado hasta el momento. Si no, deberá limitarse a observar el indicador del nivel del depósito.

Cambio a un abastecimiento de agua externo

Si es necesario utilizar más agua para el incidente de la que el vehículo transporta en el depósito, debe cambiarse la fuente de abastecimiento por una fuente externa antes de que el depósito del vehículo quede vacío. De este modo, no se interrumpe el flujo de agua hasta las líneas de ataque. Para cambiar de un depósito de agua a una fuente externa suele utilizarse una fuente presurizada, que puede ser una línea de mangueras abastecida por otro vehículo o por un hidrante.

La línea de abastecimiento debe conectarse a los dispositivos de toma de la bomba. Puesto que en ese caso, la bomba ya está en funcionamiento, es necesario realizar esa conexión a una toma que esté equipada con una válvula de compuerta cerrada. El aire de la manguera de abastecimiento vacía puede causar problemas si entra en la bomba mientras está abasteciendo las líneas de ataque a presión. Para eliminar aire, abra la válvula de desahogo en la línea de toma con compuerta de modo que el aire pueda salir a medida que la línea de abastecimiento se llena de agua (véase la figura 11.16). Cuando se haya sacado todo el aire de la línea y salga un chorro de agua constante de la válvula de desahogo, ciérrela. El abastecimiento de agua se encuentra en la bomba, preparado para realizar el cambio.



Figura 11.17 Después de purgar el aire de la línea, puede abrirse la válvula de toma conmutada.



Figura 11.18 En áreas urbanas y suburbanas, las autobombas suelen funcionar conectados a hidrantes. *Gentileza de Rescate de incendios de Gainesville (Florida, EE.UU.).*

Para iniciar el cambio, el operario abre la válvula de toma desde la línea de abastecimiento muy lentamente mientras observa la presión en los manómetros de toma y de descarga (véase la figura 11.17). En el momento en que se abre la válvula de toma, puede cerrarse la válvula que conecta la bomba con el depósito. Un gran número de vehículos están diseñados de modo que la línea que conecta la bomba con el depósito pueda permanecer abierta para rellenar el depósito de agua sin interrumpir las otras actuaciones de bombeo. Esta posibilidad debe

aprovecharse siempre que sea posible, ya que aporta una reserva adicional para el abastecimiento de agua en caso de que se pierda el abastecimiento de agua externo inesperadamente.

Continúe abriendo la válvula de la compuerta de toma y ajuste la presión de descarga hasta que la toma esté completamente abierta. Puede que sea necesario ajustar la aceleración del motor para obtener la presión de descarga deseada. Cuando haya finalizado, quizás deberá también ajustar los dispositivos reguladores de la presión de nuevo.

Procedimiento para cambiar la fuente de abastecimiento de agua por una externa

Los pasos que hay que seguir para pasar del depósito de agua del autobomba a una fuente de abastecimiento de agua externa son los siguientes:

- Paso 1. Sitúe el vehículo en una posición segura e inmovilícelo poniendo el freno de mano y bloqueando las ruedas con calzos.
- Paso 2. Conecte la bomba y seleccione la marcha adecuada en la transmisión de carretera. Ponga la marcha en su lugar.
- Paso 3. Abra la válvula que conecta la bomba con el depósito.
- Paso 4. Ponga la válvula de conmutación en la posición EN SERIE (PRESIÓN) si es necesario.
- Paso 5. Aumente la aceleración para obtener la presión deseada y cebe la bomba en caso de que sea necesario.
- Paso 6. Active la válvula de seguridad o el regulador de la presión.
- Paso 7. Abra la válvula de circulación o la válvula de llenado del depósito parcialmente.
- Paso 8. Cuando disponga de un abastecimiento externo, abra la válvula de toma y cierre la válvula que conecta la bomba con el depósito. Tan pronto como esta fuente externa esté disponible, desvíe una cantidad de agua suficiente hacia la línea de llenado del depósito para rellenar el depósito. En algunos vehículos, la línea que conecta la bomba con el depósito no está equipada con una válvula reguladora, lo que permite también llenar el depósito a través de esta línea.
- Paso 9. Ajuste la aceleración del motor para alcanzar la presión de descarga deseada, en caso de que sea necesario.

Vea el diagrama 11.1 y la tabla 11.1 al final de este capítulo si desea instrucciones adicionales para utilizar la bomba desde el depósito de agua y para solventar los problemas que puedan ocurrir durante esta actuación.

Utilización de la bomba desde una fuente presurizada de abastecimiento de agua

Básicamente sólo hay dos fuentes presurizadas de abastecimiento de agua que pueden utilizarse con una bomba contra incendios: un hidrante o una manguera de abastecimiento de otra bomba contra incendios. Al utilizar cualquiera de estas dos fuentes, el agua entra en la bomba con una presión procedente de la fuente. Sin embargo, a medida que la presión de descarga de la bomba contra incendios aumenta, la presión entrante de la fuente de abastecimiento cae debido a la pérdida por fricción en el sistema de abastecimiento de agua. Si la presión de descarga (y el volumen del flujo resultante) aumenta demasiado, la presión de toma de la fuente de abastecimiento puede reducirse hasta 0 kPa (0 lb/pulg²). Es peligroso trabajar con una presión negativa procedente de un hidrante, ya que se incrementan las posibilidades de dañar la bomba contra incendios y el

Tabla 11.2
Código de colores para hidrantes

Clase de hidrante	Color	Flujo
Clase AA	Azul claro	5.680 L/min (1.500 gpm) o más
Clase A	Verde	3.785-5.675 L/min (1.000-1.499 gpm)
Clase B	Naranja	1.900-3.780 L/min (500-999 gpm)
Clase C	Rojo	Menos de 1.900 L/min (500 gpm)

sistema de abastecimiento de agua si se produce un golpe de ariete, como consecuencia de un corte repentino del flujo. Los calentadores de agua u otros aparatos domésticos que se encuentren en el sistema municipal de abastecimiento de agua también pueden resultar dañados a causa de la presión negativa.

De igual modo, la presión negativa también resulta peligrosa cuando se trabaja con otro autobomba. Si la presión de descarga (y el volumen del flujo resultante)

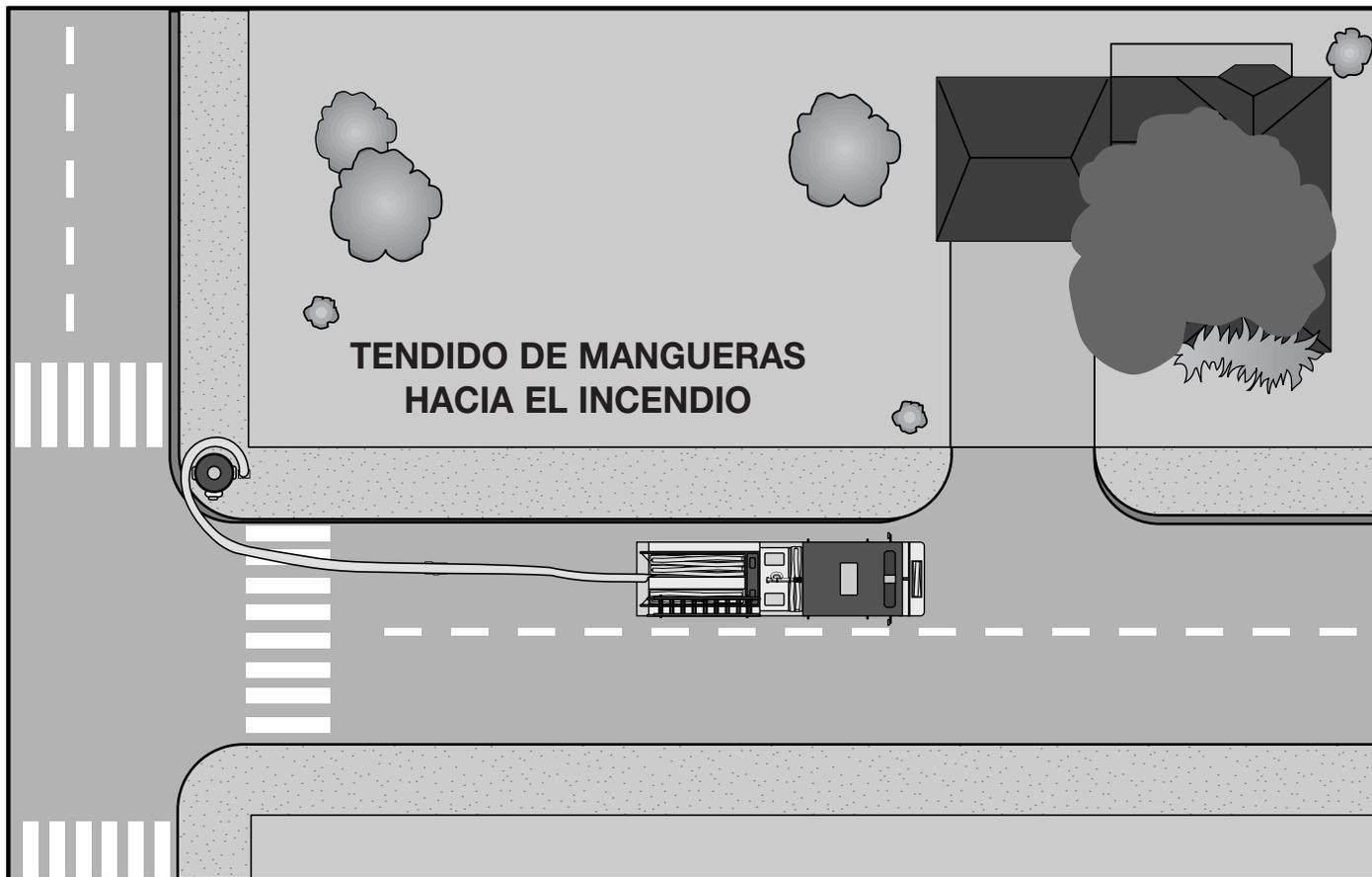


Figura 11.19 Tendido de mangueras hacia el incendio.



Figura 11.20 Algunas jurisdicciones suelen funcionar con la presión del hidrante. Esta práctica no es recomendable para los tendidos de mangueras de gran longitud con diámetro medio.



Figura 11.21 Las válvulas del hidrante suelen utilizarse en los cuerpos de bomberos que realizan normalmente tendidos hacia el incendio.

aumenta demasiado, la pérdida por fricción de la línea de abastecimiento puede provocar que la presión residual caiga hasta 0 kPa (0 lb/pulg²). En ese caso, la manguera de abastecimiento puede hundirse, lo que provocaría una interrupción del abastecimiento de agua. Si se trabaja en ese punto o cerca de él también puede dañarse la bomba debido a la cavitación. El fenómeno de la cavitación se explica en detalle más adelante en este capítulo en el apartado Funcionamiento desde una fuente estática de abastecimiento de agua.

Si se trabaja con una presión residual cercana al valor cero, hay que prestar especial atención al manómetro maestro para la presión de toma (compuesto) y tomar las medidas necesarias antes de llegar a los índices de peligro. Como práctica habitual, no se aconseja reducir la presión entrante que proviene del hidrante o abastecer el autobomba por debajo de los 140 kPa (20 lb/pulg²). En circunstancias especiales, puede que sea necesario reducir la presión de toma por debajo de los 140 kPa (20 lb/pulg²), pero esta actuación requiere extremar las precauciones por parte del conductor/operario para

garantizar que la presión no cae hasta cero. Todos los cuerpos de bomberos deben poseer procedimientos de actuación normalizados que sirvan para guiar al conductor/operario acerca de esta actuación.

Los siguientes párrafos de este apartado están dedicados principalmente a las actuaciones con hidrantes. Si se desea más información acerca de la recepción de agua procedente de otro autobomba, puede obtenerla consultando el capítulo 13.

Utilización de la bomba desde un hidrante

Los hidrantes son una fuente de abastecimiento muy habitual (véase la figura 11.18). Aunque suministre agua directamente a las líneas de ataque o a otro autobomba colocada en serie, el funcionamiento de un autobomba conectado a un hidrante es básicamente el mismo.

Cómo elegir un hidrante

Lo primero que hay que tener en cuenta a la hora de elegir un hidrante es su adecuación a las necesidades de la lucha contra incendios y de seguridad. Es por ello que el hidrante más cercano al incendio no siempre es la mejor opción. Debido a las limitaciones del sistema de abastecimiento de agua, puede que el hidrante más próximo no sea capaz de proporcionar la cantidad de agua necesaria. Si se utiliza ese hidrante, habrá que tender también líneas de abastecimiento a otros hidrantes con una capacidad superior. Además, puede que el hidrante más próximo esté demasiado cerca del fuego, por lo que puede ponerse en peligro al personal y al equipo.

Para elegir el mejor hidrante, es necesario poseer un conocimiento exhaustivo del sistema de abastecimiento de agua. Los mejores hidrantes son los que están conectados a tuberías de agua organizadas según un patrón cuadrulado, de modo que puedan recibir agua de varias direcciones al mismo tiempo. Si estas tuberías poseen un cauce relativamente elevado, suelen tener un nivel de sedimentación y de deterioro bajo. Los peores hidrantes son los que están conectados a “tuberías de extremo muerto”. Si además se trata de líneas simples que se utilizan para proporcionar cantidades de agua relativamente reducidas pueden estar parcialmente atascadas, lo que reduce aún más su capacidad.

Los cuerpos de bomberos deben tener acceso a los informes del departamento de aguas sobre el estado de todos los hidrantes en su jurisdicción. Esta información debe incluirse en los planes de prevención de incidentes. Asimismo, debe incluirse en el sistema de envío asistido por ordenador, ya que de ese modo el personal de envío podrá facilitar a las compañías que respondan a una emergencia información adecuada sobre la ubicación de



Figura 11.22 El vehículo que ha realizado el tendido hacia el incendio recibe la presión del hidrante. *Gentileza de Rescate de incendios de Gainesville (Florida, EE.UU).*

los hidrantes. Los vehículos también pueden llevar mapas con información sobre los hidrantes y sus ubicaciones para que el jefe de compañía pueda consultarlos mientras se dirige al lugar de la emergencia. Los hidrantes contraincendios pueden tener un código de color que indica su flujo. Véase la NFPA 291, *Recommended Practice for Flow Testing and Marking of Hydrants* (Práctica recomendada para comprobar el flujo de un hidrante y los códigos de hidrante), si desea más información sobre los códigos de color para los hidrantes (véase la tabla 11.2).

Cuando ya se ha elegido un hidrante y se ha comprobado su flujo, hay que conectarlo al autobomba lo más rápido posible. El conductor/operario y el personal del autobomba deben haber recibido el entrenamiento adecuado y haber practicado para realizar dicha conexión con la máxima precaución. Si desea instrucciones específicas sobre cómo conectarse a un hidrante utilizando una manguera o mangueras de toma con diámetros grandes o pequeños, consulte el capítulo 5.

Cómo realizar un tendido hacia el incendio

Un autobomba puede utilizar un hidrante de dos maneras diferentes. La primera consiste en detenerse en el hidrante, dejar caer el extremo de una o más líneas de abastecimiento al hidrante y continuar hasta el lugar del incendio (véase la figura 11.19). Este sistema se denomina *tendido hacia el incendio*.

Los procedimientos utilizados después de realizar el tendido hacia el incendio varían según cada cuerpo de bomberos. En algunos casos, la línea o líneas de abastecimiento permanecen tendidas hasta que un segundo autobomba llega para conectarse al hidrante y abastecer esas líneas. Otros cuerpos de bomberos



Figura 11.23 El siguiente autobomba que llega al lugar se conecta a la descarga mayor de la válvula del hidrante. *Gentileza de Rescate de incendios de Gainesville (Florida, EE.UU.).*



Figura 11.24 El segundo autobomba puede aumentar la presión de la línea de abastecimiento original. *Gentileza de Rescate de incendios de Gainesville (Florida, EE.UU.).*

conectan las líneas directamente al hidrante y empiezan a descargar la presión del hidrante (véase la figura 11.20).

Un gran número de cuerpos de bomberos que prefieren tendidos hacia el incendio utilizan una válvula de hidrante de cuatro vías para este proceso (véase la figura 11.21). La válvula de hidrante de cuatro vías permite cargar inmediatamente la línea de abastecimiento que tiende el primer autobomba utilizando la presión del hidrante. La válvula posee una segunda salida para la descarga, normalmente con un diámetro de 115 ó 125 mm (4,5 ó 5 pulgadas), que está equipada con una válvula de cierre. Esta salida permite que otro autobomba se conecte al hidrante sin interrumpir el flujo de la primera línea de abastecimiento. Con una segunda conexión de toma, el

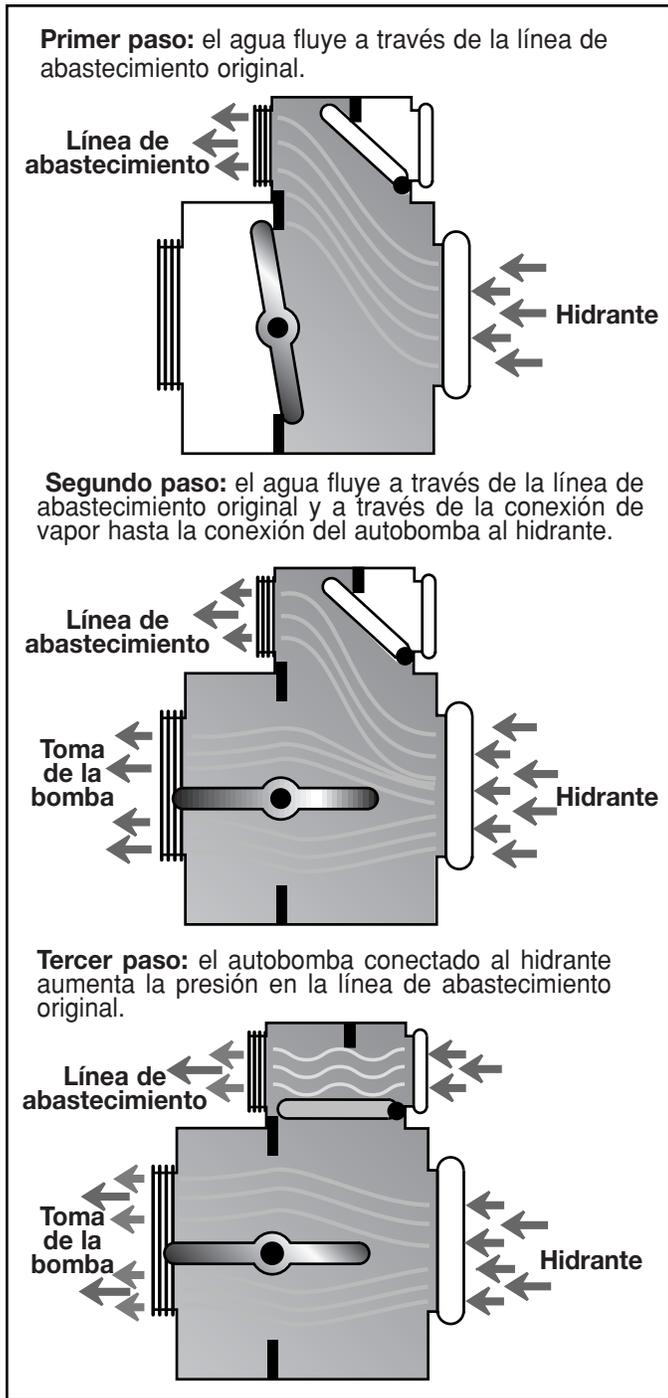


Figura 11.25a Flujo de agua a través de una válvula de hidrante.

autobomba conectado a la válvula puede aumentar la presión de la primera línea de abastecimiento tendida por el primer autobomba.

Las figuras 11.22 -11.24 muestran cómo se utiliza una válvula de cuatro vías. En la figura 11.22, la válvula está conectada a un hidrante. La línea de abastecimiento original tendida por el primer autobomba se ha conectado a la salida de la línea de abastecimiento (tendido hacia el incendio). Se ha abierto el hidrante y la

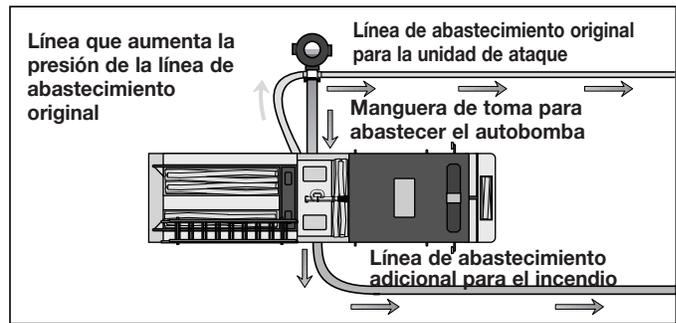


Figura 11.25b Conexión completa a una válvula de un hidrante.



Figura 11.26 Algunas jurisdicciones necesitan conectar una válvula de compuerta a la descarga del hidrante no utilizada. Gracias a ello, se puede llenar una segunda línea posteriormente sin cerrar el hidrante. *Gentileza de Rich Mahaney.*

válvula de bisagra permite que el agua fluya dentro de la línea de abastecimiento. Entonces, el segundo autobomba se conecta a la conexión de toma con un diámetro grande en la válvula de cuatro vías (véase la figura 11.23). El sistema de toma del autobomba está abierto y el agua del hidrante llena la bomba sin interrumpir el flujo a través de la primera línea de abastecimiento. El operario de la bomba conecta una de las salidas de descarga del autobomba a la segunda toma de la válvula del hidrante (véase la figura 11.24).

A medida que se crea una presión en la bomba, se supera la presión procedente del hidrante que mantiene la válvula de bisagra abierta. Si la presión de la bomba aumenta lo suficiente, la válvula de bisagra se cierra. Si esto sucede, la línea de abastecimiento original se abastece desde la bomba, no directamente desde el hidrante. En las figuras 11.25a y 11.25b se muestra todo este proceso.

Se recomienda que las válvulas de compuerta estén unidas a las descargas de hidrante que no se utilizan (véase la figura 11.26). Esto permite que se realicen otras conexiones al hidrante posteriormente sin tener que interrumpir el flujo de la línea o líneas originales.

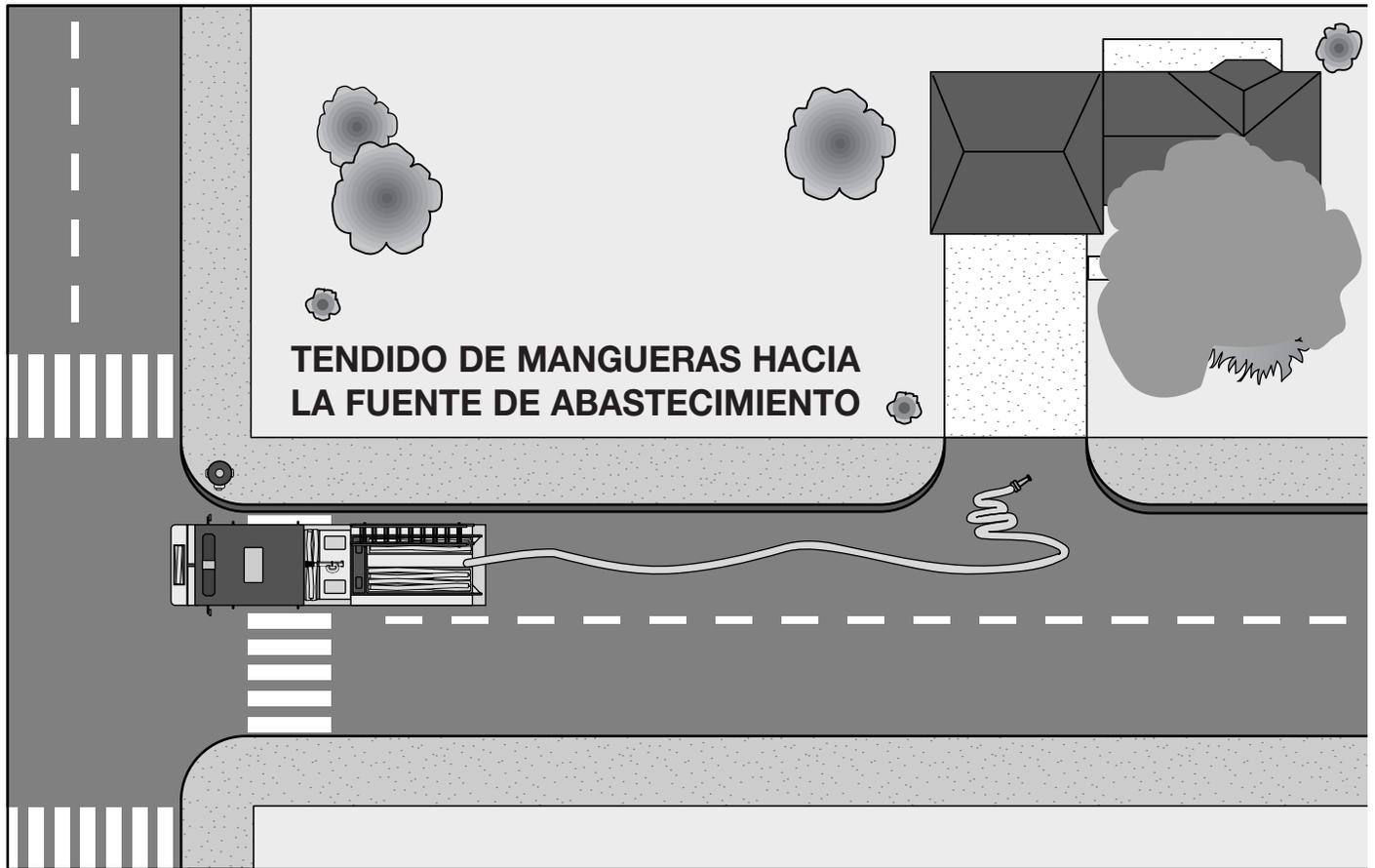


Figura 11.27 Tendido de mangueras hacia la fuente de abastecimiento.

Cuando utilice líneas de mangueras de 65 ó 77 mm (2,5 ó 3 pulgadas) para abastecer el autobomba directamente con la presión del hidrante, se recomienda que las líneas no midan más de 90 m (300 pies). Si son más largas, la cantidad de pérdida por fricción en las líneas es demasiado elevada para que el abastecimiento de agua sea adecuado. Esa distancia puede aumentarse ligeramente si el hidrante está conectado a una tubería especial de alta presión. La longitud máxima de 90 m (300 pies) también puede incrementarse si se utilizan mangueras de abastecimiento de gran diámetro (100 mm [4 pulgadas] o superior). Estas líneas pueden utilizarse sólo con la presión del hidrante para distancias considerablemente superiores que las mangueras más pequeñas. Las distancias exactas varían según el tamaño y el fabricante de la manguera, el flujo necesario y la potencia del sistema de abastecimiento de agua al que está conectado el hidrante.

Cómo realizar un tendido hacia el abastecimiento de agua

En el *tendido hacia el abastecimiento de agua* la manguera se tiende desde el incendio hacia la fuente de abastecimiento de agua. Este método se utiliza cuando el autobomba debe pasar primero por el lugar del incendio de forma que se pueda evaluar el incendio antes de



Figura 11.28 Si se utilizan coples roscados para mangueras, el cople macho debe salir primero de la cama de mangueras para realizar un tendido hacia la fuente de abastecimiento.

tender la línea de abastecimiento (véase la figura 11.27). También es la forma más práctica de realizar un tendido de mangueras si el vehículo que tiende la manguera debe permanecer cerca de la fuente de abastecimiento de agua, como cuando se aporta o se elimina presión del hidrante a la manguera de abastecimiento. Si se utilizan coples roscados, las camas de mangueras preparadas para tendidos hacia el abastecimiento de agua deben acomodarse de forma que el primer cople que salga de la cama sea macho (véase la figura 11.28).

Los tendidos de mangueras desde el lugar del incendio hacia la fuente de agua se han convertido en un método normalizado en las actuaciones de bombeo en serie cuando se usa una manguera de diámetro medio como línea de abastecimiento. En la mayoría de los casos en los que se utiliza una manguera de diámetro medio, hay que colocar un autobomba en el hidrante para aumentar la presión del hidrante a la manguera de abastecimiento. Por supuesto, siempre es necesario situar un autobomba en el abastecimiento de agua cuando se extrae agua. El tendido hacia la fuente de abastecimiento de agua es el modo más directo de aumentar la presión del hidrante y de llevar a cabo las actuaciones de succión.

Sin embargo, uno de los inconvenientes del tendido hacia el abastecimiento de agua realizado por una sola compañía de autobomba es que es preciso sacar el equipo para combatir el incendio, incluida la manguera de ataque, y colocarlo en el lugar del incendio antes de que el vehículo pueda desplazarse a la fuente de abastecimiento de agua. Eso conlleva algo de retraso en el ataque inicial. Este tendido también obliga a que una persona, el operario de la bomba, se quede con el vehículo en el abastecimiento de agua, lo que impide que esa persona pueda realizar otras actividades esenciales en el lugar del incendio.

Una actuación habitual en la que se utilicen dos autobombas (uno de ataque y otro de abastecimiento) requiere que el vehículo que llegue primero se dirija al lugar del incendio para iniciar un ataque contraincendios con agua del depósito, mientras que el vehículo que llega en segundo lugar tiende la línea de abastecimiento desde el vehículo de ataque hacia el abastecimiento de agua. Esta actuación es relativamente sencilla porque el segundo vehículo sólo tiene que conectar la manguera recién tendida a una salida de descarga, conectar una manguera de absorción y empezar el bombeo.

Cuando se realiza un tendido hacia el abastecimiento de agua, no es necesario utilizar una válvula de cuatro vías para hidrante. No obstante, puede utilizarse una si se prevé que más adelante el vehículo se desconectará de la manguera de abastecimiento y la dejará conectada al

hidrante. Esta situación puede producirse cuando se reduce la demanda de agua hasta tal punto que el segundo vehículo puede quedar disponible para responder a otros incidentes. Como en el caso del tendido hacia el incendio, la utilización de una válvula de cuatro vías en un tendido hacia el abastecimiento de agua permite pasar de la presión de la bomba a la presión del hidrante sin interrumpir el flujo de agua.

El tendido hacia el abastecimiento de agua también se utiliza cuando el primer vehículo que llega al incendio debe trabajar solo durante un largo período de tiempo. En este caso, la manguera tendida hacia el abastecimiento se convierte en la línea de ataque. Suele conectarse a un cople “Y” reductor con el propósito de poder utilizar dos mangueras más pequeñas para atacar el incendio desde dos direcciones distintas (véase la figura 11.29).

Cuando el autobomba que ha realizado el tendido hacia el abastecimiento de agua llega hasta la fuente de abastecimiento, el conductor/operario conecta la manguera tendida a una salida de descarga en la bomba y luego conecta el autobomba a una fuente de abastecimiento de agua. Los procedimientos para realizar una conexión al abastecimiento de agua se explican en el capítulo 5. En este punto, para utilizar la bomba se utilizan los mismos procedimientos que para las otras actuaciones descritas en este capítulo.

Cómo hacer que el agua llegue hasta la bomba

Después de conectar la bomba al hidrante, hay que realizar algunas comprobaciones preliminares antes de abrir el hidrante. La válvula que conecta la bomba con el depósito debe estar cerrada si la toma no está equipada con una válvula de cierre. La mayoría de bombas nuevas poseen válvulas reguladoras en la línea que conecta la bomba con el depósito. Estas válvulas evitan que el agua entre en el depósito con la presión de la toma de la bomba. Por el contrario, muchas bombas antiguas no poseen este tipo de protección. Si el agua a presión entra en el depósito, puede que la ventilación no sea la adecuada para disipar esta presión y, por tanto, se dañe el depósito. Si la toma está equipada con una válvula de cierre, se puede cargar la línea de toma y sacar el aire mientras se bombea desde el depósito de agua (véase la figura 11.30). El conductor/operario debe asegurarse siempre de que la válvula que conecta la bomba con el depósito está cerrada cuando pase a un abastecimiento de agua externo, independientemente de si el vehículo tiene una válvula reguladora en la línea que conecta la bomba con el depósito o una válvula de cierre en la toma.

Cuando trabaje con hidrantes de cilindro seco, deberá abrirlos completamente. Si no lo hace, puede que la válvula de drenaje en la base del hidrante se abra al

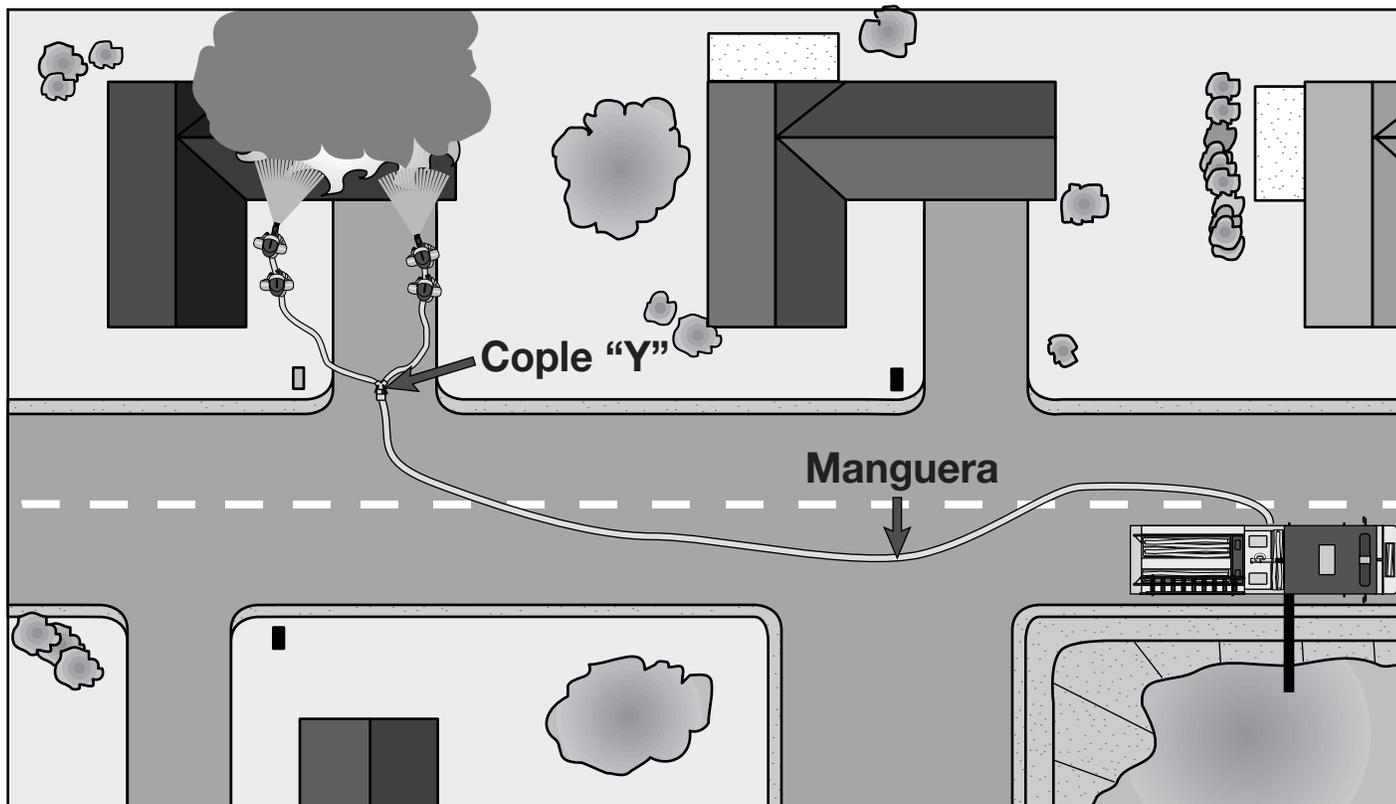


Figura 11.29 Puede utilizarse el tendido hacia el abastecimiento cuando sólo se disponga de un autobomba y la fuente de agua esté lejos del lugar del incendio.

mismo tiempo que salga el agua de la tubería (véase la figura 11.31). Este flujo de agua (procedente del sistema y que sale a través de la válvula de drenaje) arrastra la grava sobre la que se apoya el cuerpo del hidrante, lo que acaba por dañarlo. No suele ser recomendable que se abra la válvula del hidrante hasta que el vástago haya dejado de girar. No bloquee el vástago de la válvula de modo que no pueda girar fácilmente.

Cuando la bomba está llena de agua y la presión del sistema es estable, la lectura de la presión en el manómetro maestro de toma indica la presión estática en el sistema de abastecimiento del agua. Esta lectura es muy importante para calcular la capacidad restante del hidrante a medida que el agua empieza a moverse. Por tanto, puede ser aconsejable que el operario de la bomba anote o recuerde la presión estática antes de iniciar la actuación. Si no conoce la presión estática, es imposible establecer una referencia para determinar si pueden abastecerse líneas de mangueras o autobombas adicionales.

Cómo poner la bomba en funcionamiento

Cuando se trabaja con una fuente presurizada de abastecimiento de agua, no se recomienda conectar el sistema de activación de la bomba antes de salir de la cabina si el agua tardará en introducirse en la bomba, ya que, en ese caso, se utilizaría la bomba en seco sin ninguna lubricación o enfriamiento mientras se realizan

las conexiones. De igual modo, puede darse el caso de que el hidrante no funcione y tener que volver a ubicar el vehículo. Si se prevé que el agua sólo tardará unos minutos en introducirse en la bomba, puede activarse antes de salir de la cabina.

Si utiliza una bomba de dos posiciones, coloque la válvula de conmutación en la posición adecuada antes de aumentar la aceleración para crear la presión de descarga. El agua necesaria para realizar el abastecimiento determina la posición adecuada. Incluso si al principio se utiliza una sola línea, puede que sea necesario abastecer líneas adicionales si el incendio crece. Si la bomba está colocada en la posición EN SERIE (PRESIÓN), puede que no sea posible hacerlo. Dado que la bomba conectada a un hidrante o situada en el medio de una serie suele utilizarse para abastecer grandes cantidades de agua, es recomendable colocar la válvula de conmutación en la posición EN PARALELO (VOLUMEN). Una excepción a esta norma se da cuando se necesitan presiones muy altas para abastecer líneas muy largas. Por supuesto, si se utiliza una bomba con una única posición, no se puede aplicar ninguna de las consideraciones anteriores.

Abra las válvulas de descarga lentamente, especialmente si utiliza una manguera de gran diámetro. Las líneas están vacías y hay que llenarlas antes de crear



Figura 11.30 El aire procedente de la línea de abastecimiento puede eliminarse en la válvula de toma.

presión. Mientras observa tanto el manómetro maestro de toma como el de descarga, aumente las revoluciones por minuto del motor. Si el manómetro maestro de toma cae por debajo de los 140 kPa (20 lb/pulg²), no aumente la aceleración, ya que podría provocar la cavitación de la bomba. Si existe un abastecimiento adecuado, acelere hasta establecer la presión y el flujo deseados. Entonces, se puede fijar la válvula reductora de la presión o el regulador.

Puede que el operario colocado en el hidrante o en medio de una serie esté situado a cierta distancia del lugar de las actuaciones contraincendios propiamente dicho, por lo que es posible que tenga dificultades para determinar la cantidad de agua que se utiliza o incluso si alguna de las líneas tiene flujo. Como en las actuaciones contraincendios el agua se utiliza de forma intermitente, es necesario evitar que la bomba se recaliente y garantizar un flujo mínimo continuo. Algunos métodos para evitar el recalentamiento son los siguientes:

- Saque algunos metros de la línea nodriza del carrete y ate la boquilla a un objeto sólido. Abra la válvula que

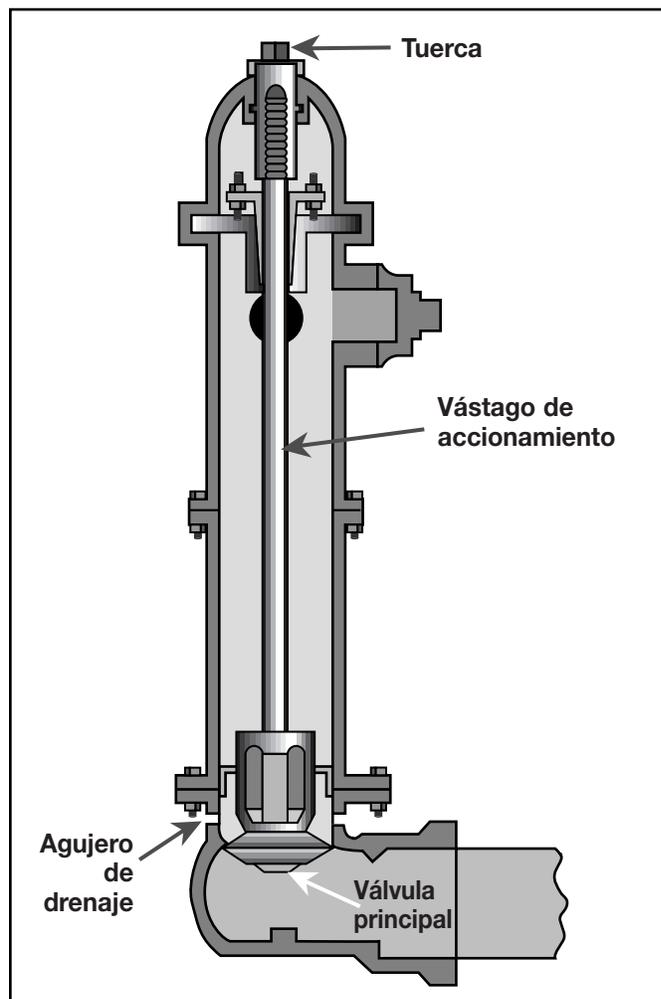


Figura 11.31 Esquema de un hidrante de cilindro seco.

abastece el carrete de la manguera nodriza y descargue el agua hacia una dirección en la que no pueda herir a nadie ni dañar ningún bien (véase la figura 11.32).

- Abra una válvula de drenaje de descarga. Esta válvula debe estar diseñada de modo que al descargar el agua no se hiera a nadie ni se dañe ningún bien. Puede que alguna de estas válvulas esté equipada con una salida roscada para poder conectar una manguera y descargarla en algún lugar seguro alejado del vehículo. Esto supone una ventaja al aparcar en superficies no pavimentadas. En ese caso, es mejor descargar el agua lejos del vehículo para que no quede atascado en el barro que se podría crear si se descargara el agua directamente debajo.
- Abra parcialmente la válvula de llenado del depósito o la línea que conecta el depósito con la bomba. Incluso si el depósito de agua está totalmente lleno y el flujo sale a través de la ventilación del depósito, esta acción enfriadora es mejor que dejar que la bomba se recaliente.

- Si el vehículo dispone de ellos, utilice una válvula de derivación o un circulador.

El flujo debe ser suficiente como para enfriar la bomba sin disminuir considerablemente la cantidad de agua disponible para la supresión de incendios.

Agua adicional disponible procedente de un hidrante

Si un autobomba está conectado a un hidrante y no descarga agua, la presión que aparece en el manómetro de toma es la *presión estática*. Cuando el autobomba descarga agua, la lectura del manómetro de toma es la *presión residual*. La diferencia entre estas dos presiones se utiliza para determinar la cantidad de agua adicional que el hidrante puede suministrar. Para ello, se pueden utilizar tres métodos:

- método del porcentaje
- método del primer dígito
- método de elevar las líneas al cuadrado

Es probable que al aplicar cada uno de estos métodos al mismo problema, constate que pueden obtenerse resultados ligeramente diferentes. Ninguno de estos métodos proporciona un resultado exacto para todas las situaciones. En cada caso, los resultados que proporcionen estos métodos ofrecerán una cifra suficientemente fiable sobre las actuaciones contraincendios que pueden realizarse.

Método del porcentaje

Para utilizar el método del porcentaje, calcule primero la caída de la presión como un porcentaje. El método más fácil para calcularlo es aplicar la siguiente fórmula:

ECUACIÓN I

$$\text{Porcentaje de caída} = \frac{(\text{Presión estática} - \text{Presión residual})}{\text{Presión estática}} (100)$$

La tabla 11.3 indica la cantidad adicional de agua que está disponible desde el hidrante y la cantidad de líneas de mangueras adicionales que pueden abastecerse. Si el porcentaje es 10 o menos, pueden añadirse tres líneas adicionales con el mismo flujo que la línea que se utiliza en ese momento. Un 11-15%, significa que pueden añadirse 2 líneas y un 16-25% equivale a una línea. Si el porcentaje es superior a 25, puede que haya alguna cantidad de agua adicional pero no llegará ni al flujo de la línea actual.

Ejemplo 1

Un autobomba abastece una línea con un flujo de 250 gpm (946 L/min). La presión estática es de 70 lb/pulg² (482,6 kPa) y la presión residual es de 63 lb/pulg² (434,4 kPa). Determine cuántas líneas adicionales pueden utilizarse.

$$\text{Porcentaje de caída} = \frac{(\text{Presión estática} - \text{Presión residual})}{\text{Presión estática}} (100)$$



Figura 11.32 Puede engancharse una línea nodriza a algún objeto y enviar un flujo continuo para que la bomba no se recaliente.

$$\text{Porcentaje de caída} = \frac{(70 - 63)(100)}{70}$$

$$\text{Porcentaje de caída} = \frac{(7)(100)}{70} = \frac{(700)}{70}$$

$$\text{Porcentaje de caída} = 10$$

En la tabla 11.3, observamos que un porcentaje de caída del 10% significa que la cantidad de agua disponible es tres veces superior a la cantidad que se descarga en ese momento. Esto significa que pueden abastecerse tres líneas adicionales de 250 gpm (946 L/min).

Método del primer dígito

El método del primer dígito para calcular el agua disponible es algo más rápido y más fácil que el método del porcentaje. Uno de los inconvenientes de este método, sin embargo, es que los cuerpos de bomberos que utilizan el sistema métrico no pueden utilizarlo.

Paso 1. Calcule la diferencia de lb/pulg² entre la presión estática y la presión residual.

Paso 2. Multiplique el primer dígito de la presión estática por 1, 2 ó 3 para determinar cuántas líneas adicionales con el mismo flujo pueden añadirse tal y como se explica a continuación.

- Si la diferencia de lb/pulg² es igual o inferior al primer dígito de la presión estática multiplicada por 1, pueden añadirse tres líneas con el mismo flujo.
- Si la diferencia de lb/pulg² es igual o inferior al primer dígito de la presión estática multiplicada por 2, pueden añadirse dos líneas con el mismo flujo.
- Si la diferencia de lb/pulg² es igual o inferior al primer dígito de la presión estática multiplicada por 3, puede añadirse una línea con el mismo flujo.

Tabla 11.3
Cantidad de agua adicional disponible en un hidrante

Porcentaje de disminución de la presión de toma del autobomba	Agua adicional disponible
0-10	Puede descargarse una cantidad de agua 3 veces mayor a la cantidad que se descarga.
11-15	Pueden descargarse una cantidad de agua 2 veces mayor a la cantidad que se descarga.
16-25	Puede descargarse una cantidad de agua igual a la cantidad que se descarga.
=25	Puede que haya más agua disponible, pero no la suficiente para crear otra línea con la misma cantidad que se descarga.

El siguiente ejemplo muestra cómo calcular el agua adicional en un hidrante utilizando el método del primer dígito.

Ejemplo 2

Un autobomba abastece una línea con un flujo de 250 gpm. La presión estática era de 65 lb/pulg² y la residual de 58 lb/pulg². Determine cuántas líneas adicionales más pueden utilizarse.

$$\text{Diferencia en lb/pulg}^2 = \text{Presión estática} - \text{Presión residual}$$

$$\text{Diferencia en lb/pulg}^2 = 65 - 58$$

$$\text{Diferencia en lb/pulg}^2 = 7$$

$$\text{Primer dígito de la presión estática} \times 1$$

$$6 \times 1 = 6$$

7 no es menor que 6 pero es menor que 12 (2 x 6), de modo que podrán añadirse dos líneas más de 250 gpm cada una.

Método de elevar las líneas al cuadrado

Otro método para determinar la cantidad de agua adicional disponible en un hidrante es el método de elevar las líneas al cuadrado. Para utilizar este método con eficacia, el conductor/operario debe mirar cuál es la presión estática en el sistema de abastecimiento de agua antes de abrir las descargas de la bomba. Otro modo de utilizarlo, consiste en saber la presión estática del sistema de abastecimiento de agua en condiciones normales. Esta información puede obtenerse consultando los planes de prevención de incidentes o basándose en la experiencia previa.

Tabla 11.4
Índices de flujo para el método de elevar las líneas al cuadrado

Tamaño de la manguera en milímetros (pulgadas)	Índice de flujo en L/min (gpm)
38 (1,5)	500 (125)
45 (1,75)	700 (175)
50 (2)	800 (200)
65 (2,5)	1.000 (250)

Además de conocer la presión estática en el sistema de abastecimiento de agua, el conductor/operario debe tener también una idea aproximada del volumen de agua que el autobomba descarga inicialmente. Calcular esa cantidad es fácil si el autobomba está abasteciendo una boquilla con una capacidad fija. Si se abastece una boquilla automática, el conductor/operario deberá calcular un flujo razonable basándose en el tamaño de la manguera que utiliza. La tabla 11.4 muestra los índices de flujo razonables que se calculan para varios tamaños de líneas de ataque.

Cuando tenga estas cifras, podrá determinar la cantidad de agua adicional elevando al cuadrado el número de líneas que descargan agua y multiplicando esa cifra por la diferencia de presión original. El siguiente ejemplo muestra cómo se hace.

Ejemplo 3

Un autobomba del cuerpo de bomberos está conectado a un hidrante contraincendios con una presión estática de 60 lb/pulg² (413,7 kPa). Cuando se abre una línea de mano de 250 gpm (946 L/min), la presión de entrada baja hasta los 52 lb/pulg² (358,5 kPa). Determine cuántas líneas de mano más de 250 gpm (946 L/min) pueden utilizarse sin reducir la presión residual en el sistema de abastecimiento de agua a menos de 20 lb/pulg² (137,8 kPa).

$$\text{Diferencia en lb/pulg}^2 = \text{Presión estática} - \text{Presión residual}$$

$$\text{Diferencia en lb/pulg}^2 = 60 - 52$$

$$\text{Diferencia en lb/pulg}^2 = 8$$

Si se añadiera una segunda línea de 250 gpm (946 L/min), la reducción de presión será la siguiente:

$$(\text{Número de líneas})^2 = \text{Factor de multiplicación}$$

$$2^2 = 4$$

(Factor de multiplicación) x (caída de la presión original) = caída de presión resultante en el sistema con el nuevo flujo

$$4 \times 8 = 32 \text{ lb/pulg}^2 \text{ de caída}$$

Si la caída de presión es de 32 lb/pulg² (220,6 kPa), significa que la presión residual en el sistema será de 28



Figura 11.33 Cierre el hidrante lentamente y por completo para evitar golpes de ariete.

Figura 11.34 Revise el hidrante de cilindro seco para asegurarse de que se ha vaciado todo el agua.



lb/pulg² (193 kPa) (60 – 32). Es improbable que se añadiera una tercera línea de mangueras en estas circunstancias.

Notará que, cuando utilice este método, la caída de la presión en el sistema se cuadruplicará cada vez que el flujo se doble. Puede que el conductor/operario desee recordar este hecho para hacer cálculos mentales rápidos.

Cómo cerrar el hidrante

Debido al peligro que suponen los golpes de ariete y los aumentos de presión en los sistemas de agua, hay que hacer todos los cambios de flujo con mucho cuidado, sin acciones repentinas. Este peligro se hace aún más patente cuando es necesario cerrar un hidrante. Se han roto y arrancado del suelo algunos hidrantes a causa de golpes de ariete producidos al cortar repentinamente un gran flujo de agua. Utilice el siguiente procedimiento para cerrar la bomba.

- Paso 1. Reduzca gradualmente las revoluciones por minuto para disminuir la presión de descarga.
- Paso 2. Quite el control de presión si lo está utilizando.
- Paso 3. Cierre lentamente y con cuidado las válvulas de descarga.
- Paso 4. Ponga la transmisión de conducción en punto muerto y desconecte el dispositivo de control de la bomba.

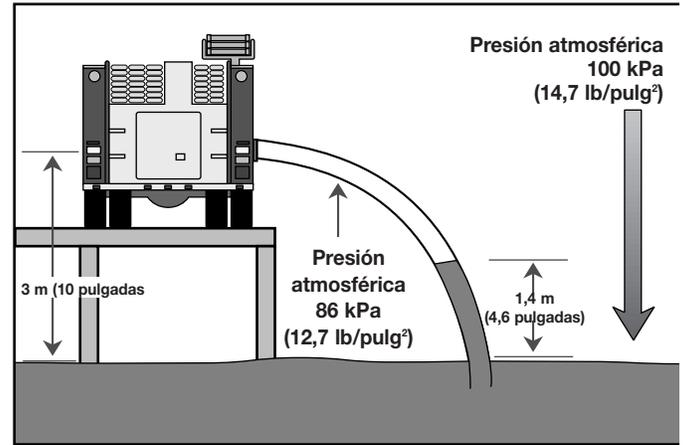


Figura 11.35 En este ejemplo, se ha eliminado el aire suficiente como para reducir la presión atmosférica en 14 kPa (2 lb/pulg²). El vacío resultante hace que el agua se eleve 1,4 m (4,6 pies) en la manguera de toma.

Cierre el hidrante lentamente y por completo para que no se produzca ningún golpe de ariete (véase la figura 11.33). El último giro de la tuerca abre los agujeros de drenaje en la base del hidrante de cilindro seco y permite que el agua salga. Esto es especialmente importante en las zonas con temperaturas de congelación, ya que el agua restante en el cilindro del hidrante podría congelarse y hacer que el hidrante quede inservible. El agua congelada en el hidrante también puede provocar daños permanentes en el hidrante. Después de cerrar un hidrante y antes de colocarle la tapa, el operario puede comprobar visualmente si el agua está saliendo del hidrante (véase la figura 11.34). Si no se drena por sí solo, habrá que drenarlo o bombearlo manualmente.

Si desea más información acerca del uso de la bomba desde una fuente presurizada de abastecimiento de agua, consulte el capítulo 13, Actuaciones de bombeo en serie. Vea el diagrama 11.2 y la tabla 11.1 al final de este capítulo si desea instrucciones adicionales para utilizar la bomba desde un hidrante y para solventar los problemas que puedan ocurrir durante esta actuación.

Utilización de la bomba desde una fuente estática de abastecimiento de agua

Todos los autobombas del cuerpo de bomberos deben ser capaces de bombear agua desde fuentes estáticas de abastecimiento. En la mayoría de los casos, la fuente estática de abastecimiento se encontrará a un nivel inferior al de la bomba contraincendios. Puesto que las gotas de agua no se enganchan entre sí, no es posible empujar el agua dentro de la bomba desde un nivel inferior. A pesar de ello, es posible extraer parte del aire que se encuentra dentro de la bomba. Gracias a esa

Tabla 11.5
Número y tamaño de mangueras de toma
según la capacidad de la bomba

Capacidad especificada		Tamaño máximo de la manguera de succión		Número máximo de líneas succión
(L/min)	(gpm)	milímetros	pulgadas	
1.000	250	77	3	1
1.200	300	77	3	1
1.400	350	100	4	1
1.800	450	100	4	1
2.000	500	100	4	1
2.400	600	100	4	1
2.800	700	100	4	1
3.000	750	115	4,5	1
4.000	1.000	125	5	1
5.000	1.250	150	6	1
6.000	1.500	150	6	2
7.000	1.750	150	6	2
8.000	2.000	150	6	2
9.000	2.250	150	8	3
10.000	2.500	150	8	3
11.000	2.750	150	8	4
12.000	3.000	150	8	4

extracción, se crea una presión diferencial (vacío parcial) que permite que la presión atmosférica actúe sobre la superficie del agua y la empuje dentro de la bomba. Para llevar a cabo esta actuación, se necesita un conducto de agua hermético, no plegable (manguera rígida de toma) que vaya de la bomba contraincendios a la fuente de abastecimiento que se utilizará.

En la figura 11.35, se ha evacuado el aire suficiente como para reducir la presión atmosférica dentro de la bomba contraincendios y la manguera de toma a 86 kPa (12,7 lb/pulg²). Dado que la presión atmosférica a nivel del mar es aproximadamente de 100 kPa (14,7 lb/pulg²), en el manómetro para la presión de toma (compuesto) se registra una presión negativa de -14 kPa (-2 lb/pulg²) con 100 mm (4 pulgadas) de vacío. Este vacío provoca que el agua suba 1,4 m (4,6 pies) por la manguera de toma desde la superficie del agua. El peso del agua combinado con la presión reducida del aire que actúa sobre su superficie crea un equilibrio (véase la figura 11.36).

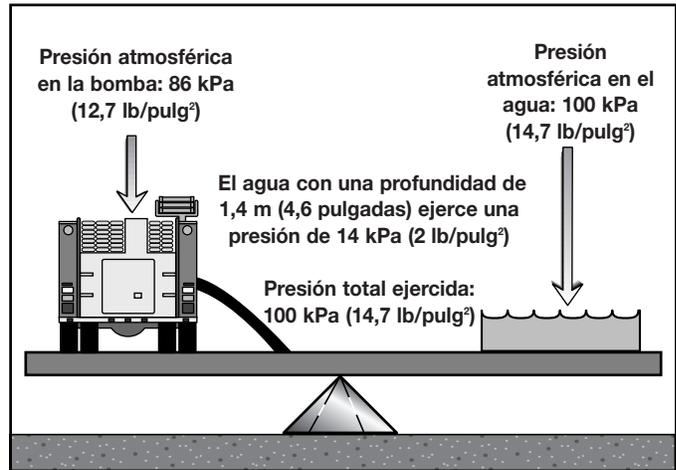


Figura 11.36 Cuando la presión en la manguera de toma cambia, el nivel sube o baja para mantener un equilibrio en todo momento.

A medida que el agua empieza a moverse a través de la bomba, se producen pérdidas de presión adicionales. Cualquier tipo de manguera contraincendios, filtro u otro accesorio provoca una cierta pérdida por fricción. Ésta pérdida es proporcional a la cantidad de agua que pasa a través de estos dispositivos. Además, la inercia del agua constituye un factor adicional para la pérdida por fricción. A medida que el agua empieza a moverse por la bomba, se consume una cierta cantidad de energía para que el agua en reposo empiece a moverse y aumente su velocidad lo suficiente como para suministrar la cantidad de agua necesaria.

La cantidad de pérdida de presión por fricción en la manguera rígida de toma depende de su diámetro. Cuanto más pequeña sea la manguera, mayor será la pérdida por fricción y, por consiguiente, la bomba recibirá menos agua. Para conseguirlo, se utiliza una manguera de toma más grande para las bombas con una capacidad superior (véase la tabla 11.5). Es posible aumentar la capacidad de una bomba de un tamaño específico si se utiliza una manguera de toma más grande; por ejemplo, un autobomba con un flujo de 3.000 L/min (750 gpm) suele abastecerse con una manguera de toma de 115 mm (4,5 pulgadas), lo que permite que el autobomba alcance su capacidad establecida. Sin embargo, si conectamos una manguera de 125 mm (5 pulgadas) al mismo autobomba, puede incrementarse la capacidad hasta llegar a los 3.280 L/min (820 gpm), siempre y cuando todos los factores permanezcan iguales.

La presión total disponible para superar todas esas pérdidas de presión se limita a la presión atmosférica a nivel del mar (100 kPa o 14,7 lb/pulg²). La presión atmosférica disminuye 3,5 kPa (0,5 lb/pulg²) cada 305 m (1.000 pies) de elevación. Por lo tanto, la presión atmosférica en una ciudad ubicada a 1.525 m (5.000 pies)

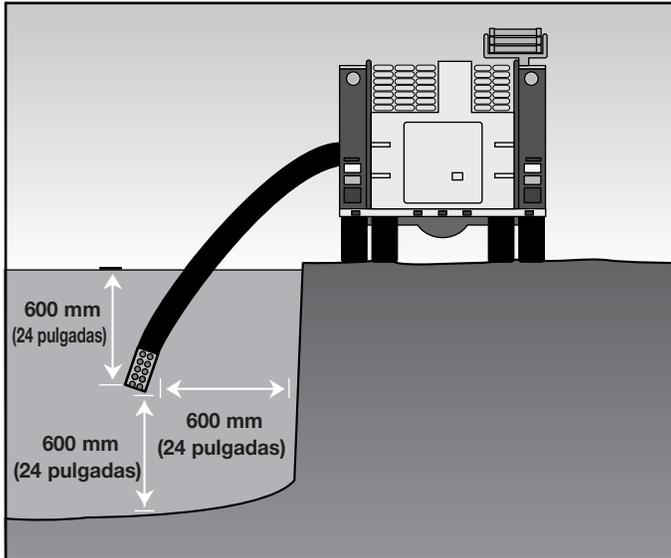


Figura 11.38 Debe haber un mínimo de 600 mm (24 pulgadas) alrededor del filtro.

del agua baja hasta el punto en el que el líquido cambia a estado gaseoso y forma una burbuja de vapor de agua. Mientras el vapor pasa a través del rodete de la bomba, la presión aumenta, el vapor se condensa y el agua entra rápidamente para llenar el vacío. Es evidente que la temperatura del agua, la altura de elevación y la cantidad de agua de la descarga afectan al punto de inicio de la cavitación.

Existen un gran número de indicios que muestran que una bomba está en cavitación. Los chorros de la manguera fluctúan, al igual que el manómetro de presión de la bomba. Puede que mientras el agua sale de la boquilla se oiga un sonido característico parecido al producido cuando saltan chispas. En los casos de cavitación grave, la bomba también producirá ruidos, como si a través de ella circulara grava. Sin embargo, el mejor indicio de cavitación son los cambios en la aceleración que no se ven reflejados en el manómetro de presión.

Cuando una bomba alcanza el punto de cavitación, descarga todo el agua que la presión atmosférica o alguna otra fuente de presión empuja hacia la toma. Puesto que la presión de descarga aumenta al suministrar agua desde la bomba más rápido de lo que puede descargarse, el aumento de las revoluciones por minuto de la bomba no incrementará la presión de descarga cuando ya no haya más agua disponible (véanse las figuras 11.37a y b).

La cavitación suele producirse cuando una bomba no está equipada con las tuberías adecuadas procedentes del depósito de agua. Puesto que una bomba suele funcionar desde su propio depósito, la bomba puede quedar gravemente dañada si se bombea más agua procedente del depósito de la que las tuberías permiten que fluya hasta la

bomba. Estos daños pueden ser especialmente graves cuando la bomba que abastece líneas de ataque largas funciona con presiones relativamente altas. La cavitación puede producirse si se bombea desde un sistema de hidrante con una capacidad baja, pero suele ocurrir con más frecuencia durante las actuaciones de succión. *En resumen, sólo es posible descargar la cantidad de agua que ha entrado en la bomba por la toma.*

La utilización correcta de un autobomba contra incendios en actuaciones de succión es una de las tareas más complicadas a las que deben enfrentarse los operarios de bombas. Requiere un conocimiento exhaustivo de los principios que afectan a la succión, así como el conocimiento del vehículo. Todos los conductores/operarios deben dominar las actuaciones de succión incluso cuando sea improbable que deban ponerlas en práctica en las actuaciones reales de emergencia.

Cómo seleccionar el lugar de succión

Lo primero que hay que tener en cuenta para conseguir una buena actuación de succión es la selección del lugar. Si el propósito de la actuación es abastecer de agua el lugar del incendio directamente o a través de un bombeo en serie, puede que no exista la posibilidad de elegir el lugar. Si la succión va a abastecer cisternas de agua para una actuación de transvase, pueden existir varias opciones. La elección dependerá de los siguientes factores:

- Cantidad de agua
- Tipo de agua
- Acceso al agua

Cantidad de agua disponible

Cuando se elige el lugar de succión, el factor más importante que debe tenerse en cuenta es la cantidad de agua disponible. Si va a succionarse desde una fuente estática de agua, como una piscina o un lago, el tamaño es importante. El agua de una piscina en un patio trasero con una capacidad de 48.000 L (12.000 galones) no durará mucho si se utilizan grandes chorros de agua. Puede que una charca pequeña no tenga una gran capacidad, pero la proporción de rellenado puede compensar la falta de volumen. Incluso una corriente de agua bastante pequeña puede proporcionar un buen abastecimiento si el agua se mueve rápidamente.

Para que un autobomba se aproxime a su capacidad utilizando un filtro tradicional, debe haber un mínimo de 610 mm (24 pulgadas) de agua por encima del filtro. Asimismo, se aconseja que haya una distancia de agua de 610 mm (24 pulgadas) alrededor del filtro (véase la figura 11.38). Gracias a ello, se garantiza la capacidad máxima sin arrastrar objetos extraños, como arena y grava, dentro de



Figura 11.39 Puede utilizarse una pelota de playa, una botella de plástico tapada o algún objeto similar para que flote encima del filtro y evite la formación de torbellinos.

la bomba. Si no hay un mínimo de 610 mm (24 pulgadas) por encima del filtro, el rápido movimiento del agua en el filtro de toma provocará un torbellino. En los casos extremos, este torbellino puede hacer que el aire pase a través de la manguera de toma y provoque que la bomba no esté en las condiciones óptimas para funcionar. Puede colocarse una tabla de madera, una botella de plástico tapada o una pelota de playa encima del filtro para evitar el efecto torbellino (véase la figura 11.39).

Para succionar desde una corriente de agua poco profunda que se mueve rápidamente, puede construirse un dique con el material que esté disponible para elevar el nivel, puede cavarse en el fondo para formar una charca con una profundidad mayor o puede utilizarse una combinación de ambos métodos (véase la figura 11.40). Una solución mejor consiste en utilizar un filtro “flotante”. Con este tipo de filtro, el extremo de la manguera de toma flota sobre la superficie y el agua es succionada hacia el interior de la misma a través de una serie de agujeros en la base del filtro (véase la figura 11.41). Puesto que el agua debe entrar en la manguera desde del fondo y pasar alrededor del filtro flotante, no es posible que se desarrolle un torbellino. Para que un filtro flotante funcione bien, debe flotar libremente en el agua sin estar oprimido por la manguera de toma. Uno de los inconvenientes del filtro flotante es que sólo puede succionar agua por un lado. Esta característica puede limitar la capacidad del autobomba para alcanzar la capacidad de descarga especificada.

Cuando succione un depósito de agua portátil o una piscina, puede utilizar un filtro de nivel bajo. Los filtros de nivel bajo están diseñados para colocarse



Figura 11.40 En algunos casos, es posible construir un dique en una corriente pequeña para facilitar la succión.

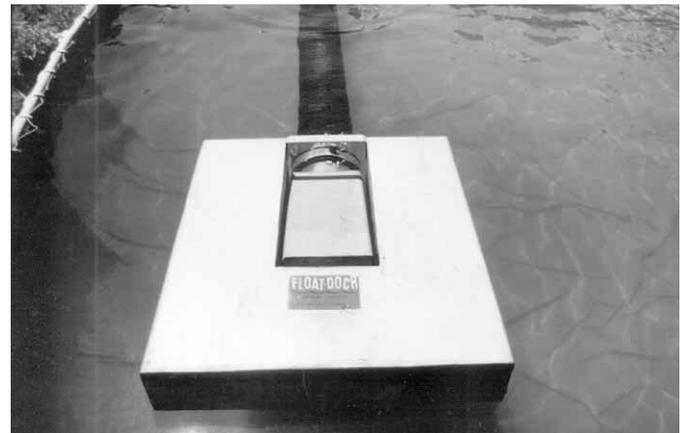


Figura 11.41 Pueden utilizarse filtros flotantes en aguas poco profundas.



Figura 11.42 Los filtros de nivel bajo suelen utilizarse para succionar desde depósitos portátiles de agua.

directamente sobre el fondo del depósito o de la piscina (véase la figura 11.42). Son capaces de succionar agua a una profundidad de 50 mm (2 pulgadas).

Una consideración adicional en las jurisdicciones que utilizan el agua de mar como fuente estática de abastecimiento es el movimiento de las mareas. Lo que puede ser un excelente lugar para realizar una succión a



Figura 11.43 La bomba debe aclararse a fondo con agua después de la succión.

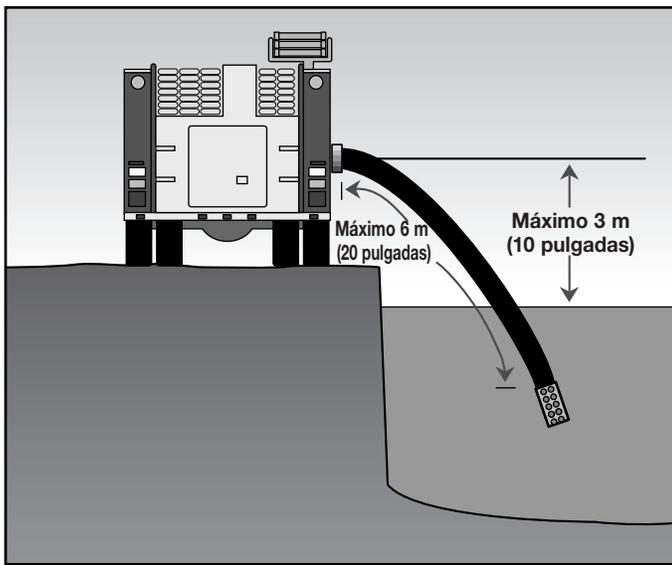


Figura 11.44 Los autobombas contraincendios suelen estar a una altura de 3 m (10 pies).

una hora del día, puede que no pueda utilizarse al bajar la marea. Este inconveniente podría afectar incluso a las actuaciones de bombeo prolongadas. Dado el movimiento del agua en esos casos, las recomendaciones antes explicadas no se deben seguir de manera estricta.

Asimismo, debe considerarse la temperatura del agua al elegir el tipo de agua que se succionará. El agua que está por debajo de 2°C (35°F) o por encima de los 32°C (90°F) puede impedir que la bomba alcance su capacidad establecida. El agua que está cerca del punto de congelación suele encontrarse en los climas fríos. En un gran número de situaciones, el uso del agua fría es inevitable, aunque el agua a varios metros por debajo de la superficie puede estar de 3 a 5°C (5 a 10°F) más caliente. El agua caliente suele encontrarse con más frecuencia cerca de las descargas de las torres de refrigeración de las plantas eléctricas. Siempre que sea posible, no utilice esta fuente.

Tipo de agua

En una emergencia, puede utilizarse cualquier tipo de agua para la lucha contraincendios, sin embargo, bombear agua no potable (no tratada) puede dañar la bomba. En algunas áreas, la mayoría del agua disponible es salada. El agua salada puede provocar la corrosión y el deterioro gradual de la bomba si no se vacía totalmente después de cada uso. El agua sulfurosa suele encontrarse cerca de las minas de carbón. Asimismo, puede que haya otros productos químicos cerca de algunas plantas industriales. Limpie la bomba con agua fresca siempre que se haya utilizado para bombear agua no potable (véase la figura 11.43). Siempre que sea posible, evite llenar el depósito del vehículo con agua no potable.

Las actuaciones de succión pueden verse gravemente afectadas por materiales extraños y escombros que atasquen el filtro. Un embalse de agua abierto puede contener una alta concentración de algas u otra vegetación marina capaz de bloquear el filtro e impedir una actuación eficaz. Las hojas u otros escombros flotantes en el agua pueden bloquear el filtro. Este inconveniente puede evitarse si se utiliza un filtro flotante o con el extremo cubierto por un cubo. Sin embargo, si se utilizan índices de flujo elevados, puede limitarse la capacidad de la fuente de agua a causa de bloqueos inevitables.

El tipo de contaminación más habitual, y posiblemente el más dañino, es el agua con partículas de suciedad o de arena. Si las partículas de suciedad son demasiado pequeñas para que el filtro las atrape, entran en la bomba donde pueden provocar un grave deterioro. A medida que el agua pasa por oído del rodete, la arena actúa como abrasivo en la zona entre los anillos para desgaste y el núcleo del rodete. Una abrasión de este tipo hace aumentar rápidamente la distancia entre las paletas y la voluta hasta sobrepasar su límite tolerable, lo que hace que el agua de la descarga vuelva hacia el interior de la toma y reduce la capacidad de la bomba.

A medida que el agua sucia pasa a través de la bomba, se ve arrastrada hacia el interior de la empaquetadura por la presión de descarga. Cuando esto sucede, la empaquetadura queda afectada por la suciedad y ya no puede ajustarse para que cierre herméticamente. Esto provoca escapes de aire en la toma de la bomba y reduce la capacidad de succión.

Accesibilidad

La accesibilidad a la fuente de agua es otra consideración importante a la hora de seleccionar un lugar para llevar a cabo una succión. Puesto que la succión se realiza evacuando el aire que hay en el interior de la bomba y permitiendo que la presión atmosférica empuje el agua hacia dentro, se dispone de una presión máxima de 100

Figura 11.45 Cuando ya está todo conectado, el autobomba se coloca en la posición de succión final.



Figura 11.46 Asegúrese de que las juntas están en su lugar y en buen estado.



Figura 11.47 Puede que sea necesario golpear las orejas del cople con un martillo de goma para garantizar que la conexión es hermética.



Figura 11.48 Puede atarse una cuerda en el extremo de la manguera para ayudar a colocar el filtro.

kPa (14,7 lb/pulg²). Estos 100 kPa (14,7 lb/pulg²) deben superar la pérdida de presión por altura y la pérdida de presión por fricción en la manguera de toma. A medida que aumenta la elevación, sucede lo siguiente:

- La presión por altura aumenta
- Puede superarse una menor cantidad de pérdida de presión por fricción
- La capacidad de la bomba disminuye

Todas las bombas contraincendios que cumplen los requisitos de la NFPA y de Underwriter's Laboratories de Canadá pueden bombear su capacidad a 3 m (10 pies) de altura (véase la figura 11.44). Si la elevación es menor, la capacidad es más alta; si la elevación aumenta, la capacidad disminuye. A pesar de que un autobomba en buenas condiciones puede elevar agua a unos 7 ó 7,3 m (23 ó 24 pies), se necesita toda la presión atmosférica disponible para superar esta elevación. Como consecuencia, la cantidad tolerable de pérdida de presión por fricción es tan baja que la capacidad es demasiado pequeña para que resulte práctica. Para realizar una actuación eficaz, la elevación máxima considerada razonable para la mayoría de autobombas contraincendios es de unos 6 m (20 pies). A esta altura, la cantidad de agua que puede suministrarse es tan solo del 60% de la capacidad de bombeo especificada. Para seleccionar un lugar de succión, es importante mantener la elevación tan baja como sea posible. Es recomendable tender una línea adicional de abastecimiento de 30 m (100 pies) de longitud con el fin de que la elevación del lugar de succión con respecto a la fuente de agua estática, ya que así podrá suministrarse más agua.

Otras consideraciones que deben tenerse en cuenta a la hora de seleccionar un lugar de succión son la estabilidad del suelo, la época del año, si resulta práctico conectar líneas de mangueras y la seguridad del operario. Un operario bien entrenado conocerá los lugares de la zona donde puede realizarse una succión, así como las limitaciones y consideraciones especiales necesarias al utilizar cada uno de dichos lugares. Resulta una buena práctica preparar de antemano los lugares de succión más estratégicos para mejorar el acceso y las posibilidades de utilización antes de que sean realmente necesarios.

Si desea más información sobre fuentes estáticas de abastecimiento de agua, consulte el capítulo 12, Fuentes estáticas de abastecimiento de agua.

Conexión a la bomba y acciones preliminares

Tras elegir la posición de succión deseada, el conductor/operario debe desplazar el vehículo hacia dicha posición. En algunos casos, es posible colocar el vehículo directamente en el lugar de succión y tender la manguera de toma desde ese sitio. Si es así, una vez que el vehículo esté aparcado, ponga el freno de mano y coloque los calzos en las ruedas. Si el autobomba está cerca de una carretera, deje las luces de emergencia en funcionamiento. Puesto que se producirá algún retraso antes de que el agua entre en la bomba, ésta no debe ponerse en marcha hasta que todas las conexiones estén hechas y esté preparada para encenderse.

En otros casos, el área que rodea al lugar real de succión puede ser limitada. En tal situación, es necesario que el conductor/operario aparque el vehículo



Figura 11.49 En algunos casos, la manguera de toma se conecta al vehículo después de colocar el otro extremo de la manguera en el agua.



Figura 11.50 Si el lugar de succión tiene algún punto elevado, puede que la succión no sea posible. *Gentileza de Mike Wilbur.*

temporalmente cerca de la posición desde la que finalmente se realizará la succión. La manguera rígida de toma y el filtro se conectan al vehículo en esa ubicación. Una vez conectados, el conductor/operario desplaza lentamente el vehículo hacia la posición desde donde se realizará la succión mientras los demás bomberos transportan la manguera y el filtro y los colocan en el lugar deseado (véase la figura 11.45).

Antes de conectar los tramos de manguera rígida de toma, compruebe las juntas para asegurarse de que están en su sitio y de que no se ha acumulado ni suciedad ni grava en el interior del cople (véase la figura 11.46). El filtro y los tramos necesarios de manguera rígida de toma deben estar unidos y ser herméticos. La clave para hacerlo es conseguir que cada tramo de manguera esté alineado con los otros antes de acoplarlos. Si las juntas están en buenas condiciones y el cople está bien conectado, debe ser posible conseguir una conexión hermética ajustándolos con las manos. Si es necesario, utilice una maza de goma para ajustar más las conexiones (véase la figura 11.47). Es importante recibir la ayuda necesaria para conectar la

manguera rígida de toma sin apoyarla en el suelo, ya que podría entrar suciedad en el cople. Ate una cuerda en el extremo del filtro (véase la figura 11.48), de modo que se facilite la manipulación de la manguera rígida de toma una vez conectada y que se coloque el filtro correctamente.

Si los tramos de manguera rígida de toma están conectados al filtro que está unido a la cuerda, suele ser más fácil conectar la manguera a las piezas de ajuste para la toma poniendo primero el filtro en el agua y colocando el vehículo en su lugar (véase la figura 11.49). En otros casos, tal y como se describió anteriormente, la manguera rígida de toma puede conectarse primero al vehículo y, a continuación, colocar ambos en posición al mismo tiempo. Si suele haber una válvula de mariposa para la toma conectada a la toma de la bomba, es necesario retirarla antes de conectar la manguera de toma al vehículo. Esto es necesario, ya que la válvula de mariposa obstruye el conducto de agua, por lo que reduce la capacidad de succión.

Si se coloca la manguera rígida de toma en un lugar inadecuado, puede formarse una bolsa de aire capaz de impedir que la succión sea eficaz; por ejemplo, si se tiende la manguera rígida de toma pasando por encima de un cercado o de una barandilla con una altura superior a la de la ubicación de la toma de la bomba, esto puede hacer que quede aire atrapado en un punto alto de la manguera (véase la figura 11.50).

Si se utiliza un filtro cilíndrico, la cuerda atada a éste puede utilizarse para suspender el filtro sobre el fondo atándolo al autobomba, a un árbol o a otro objeto natural. Si el fondo formando una pendiente pronunciada descendiente desde el borde de la fuente de agua estática, puede colocarse una escala de ganchos en el agua y hacer que la manguera de toma repose sobre ella (véase la figura 11.51). En condiciones extremadamente adversas, con el fin de proteger el filtro, puede colocarse en el fondo una pala o alguna otra herramienta plana metálica.

Cuando el vehículo, la manguera rígida de toma y el filtro estén en su lugar, el conductor/operario seguirá los procedimientos descritos con anterioridad en este capítulo para utilizar la bomba contra incendios.

Cómo cebar la bomba e iniciar la actuación de succión

Una vez preparada la bomba contra incendios para que pueda utilizarse, se inicia la actuación de succión cebando la bomba. Si se utiliza una bomba de dos posiciones, la válvula de transferencia debe estar en la posición de VOLUMEN (PARALELO) mientras se ceba, ya que cuando la bomba se encuentra en la posición de PRESIÓN (EN SERIE), puede quedar aire dentro de la

bomba y será mucho más difícil de eliminar. Antes de empezar a cebar la bomba y con el fin de que la bomba esté cerrada herméticamente, debe asegurarse de que todos los desagües y todas las válvulas están cerrados y de que todas las aperturas de toma y de descarga no utilizadas están tapadas

Si el cebador es una bomba volumétrica accionada por la caja de reenvío, deben fijarse las rpm del motor siguiendo las instrucciones del fabricante. La mayoría de bombas cebadoras funcionan mejor si el motor va a entre 1.000 y 1.200 rpm. Si la bomba cebadora está accionada por un motor eléctrico, el número exacto de revoluciones por minuto no es importante, a pesar de ello, entre 1.000 y 1.200 rpm deben ser suficientes para que el alternador continúe cargándose y evitar la pérdida de cebado una vez que la bomba se llene de agua. Si el vehículo utiliza un cebador de vacío, las rpm del motor deben mantenerse al nivel más bajo posible sin que el vehículo se cale.

Una vez que se haya cerrado la bomba herméticamente y que se hayan fijado las rpm del motor, accione el control del cebador (véase la figura 11.52). A medida que el aire sale de la bomba, el manómetro maestro de toma registra la lectura de vacío, que debe mostrar 25 mm (1 pulgada) por cada 0,3 m (1 pie) de elevación. Este vacío, que se mide desde la superficie del agua hasta el oído del rodete de la bomba, debe superar la presión por altura y hacer que el agua entre en la bomba.

Mientras el cebador va funcionando, la lectura de vacío aumenta y se hace entrar el agua en la manguera rígida de toma. A medida que el agua va entrando en la manguera, su peso hace que la manguera rígida de toma caiga hacia el suelo. En caso de que la bomba esté llena de agua, el cebador la descarga dejándola caer al suelo debajo del vehículo. Al principio, el chorro de agua no será constante, ya que el agua que entra en la bomba se mezcla con el aire restante que va eliminándose.

La actuación de cebado se detendrá cuando ya no quede aire en la bomba y el cebador descargue un chorro continuo de agua. A medida que la bomba se llena de agua, el manómetro maestro de descarga indica la presión.

Para completar la acción de cebado suelen ser necesarios entre 10 y 15 segundos, pero nunca debe durar más de 30 segundos (45 segundos en el caso de bombas con una capacidad superior a los 5.000 L/min [1.250 gpm]). Si no sale agua a los 30 segundos, detenga el proceso y compruebe la bomba para averiguar cuál es el problema. La causa más habitual por la que no se logra cebar la bomba suele ser un escape de aire que no permite que el cebador cree el vacío suficiente para arrastrar el agua.



Figura 11.51 Puede utilizarse una escala como base de la manguera de toma durante la succión.



Figura 11.52 Cuando la manguera esté colocada en la posición correcta, debe accionar el control del cebador.

Los desagües y las válvulas abiertos suelen ser la causa de la mayoría de los escapes. Por ello, es necesario cerrar todos los desagües durante las actuaciones de cebado y de succión. Si la bomba está equipada con una válvula de circulador o con una válvula nodriza de refrigeración y éstas no están completamente cerradas, pueden producirse escapes de aire. Las válvulas de escape de la toma son otra causa habitual de escapes de aire. Las válvulas más antiguas de este tipo pueden estar equipadas con válvulas de cierre. Asegúrese de que esta válvula también está cerrada. Los vehículos más nuevos



Figura 11.53 Si tapa el orificio de escape de la toma puede mejorar el proceso de cebado.



Figura 11.54 Vuelva a descargar un chorro en la fuente de agua siempre que pueda para evitar una pérdida de cebado.

poseen una descarga de escape para la toma que está roscada y que puede taparse. Tape la salida antes de intentar cebar la bomba de nuevo (véase la figura 11.53).

Otro lugar donde pueden producirse escapes de aire son los coples. Asegúrese de que los coples de la manguera rígida de toma están sellados herméticamente. Puede comprobarlo golpeándolos varias veces con una maza de goma.

Si el cebado no funciona a pesar de haber tomado todas esas medidas previas, examine las siguientes causas posibles de mal funcionamiento:

- Fluido insuficiente en el depósito para el cebador
- La velocidad del motor (rpm) es demasiado baja
- La elevación a la que hay que llevar el agua es demasiada
- Un punto alto en la manguera rígida de toma crea una bolsa de aire

Tras cebar satisfactoriamente la bomba y antes de intentar abrir cualquiera de las descargas, aumente la aceleración. Esta operación es necesaria para hacer

aumentar la presión hasta alcanzar entre 350 y 700 kPa (50-100 lb/pulg²). Abra la válvula de descarga deseada lentamente mientras observa la presión de descarga. Si la presión cae por debajo de 350 kPa (50 lb/pulg²), deténgase un momento para dejar que la presión se estabilice antes de abrir más la válvula. Si abre la válvula demasiado deprisa, puede introducirse aire en la bomba y perderse el cebado.

En caso de que la presión siga cayendo, puede utilizarse por un momento el cebador para eliminar el aire que siga atrapado en la bomba y volver a situar la presión en su valor original. No intente colocar la presión de descarga en el valor deseado hasta que fluya el agua. Si las líneas de mangueras no están preparadas para recibir agua, pueden abrirse u otra descarga o una línea nodriza, lo que permitiría volver a descargar el agua en la fuente.

Es imprescindible que exista un movimiento constante del agua a través de la bomba, ya que así se evita el sobrecalentamiento. Sin embargo, pero existe una razón más importante para mantener el flujo durante la succión. El vacío que se utiliza inicialmente para cebar la bomba procede del cebador, pero, una vez que la bomba está en marcha, ya no se utiliza el cebador. El vacío se mantiene gracias al movimiento del agua a través de la bomba. Si no se descarga agua, incluso el menor escape de aire puede provocar una pérdida de vacío. Para evitar esta situación, pueden utilizarse los mismos métodos que para impedir un sobrecalentamiento, que se han comentado con anterioridad en este capítulo. Puede que el método más utilizado en estas circunstancias sea el de descargar agua a través de una línea nodriza hacia la fuente estática de abastecimiento siempre que la bomba se encuentre en funcionamiento (véase la figura 11.54). Tras establecer la presión deseada y haber puesto las líneas de mangueras en funcionamiento, fije la válvula de seguridad o el regulador de la presión.

Utilización de la bomba desde el lugar de succión

La utilización de la bomba desde el lugar de succión es la actuación de bombeo más exigente, tanto desde el punto de vista del vehículo como del operario. Requiere un seguimiento cauteloso de los indicadores conectados al motor así como de los conectados a la bomba. El indicador de la temperatura del motor debe mantenerse a la temperatura de funcionamiento normal mediante los refrigeradores auxiliares. Mientras se realiza la succión, la válvula de llenado del radiador se utilizará sólo en las situaciones más críticas. Esto se debe a que es imposible estar seguro de la calidad del agua que se bombea, por lo que el motor podría resultar dañado. Los otros indicadores del motor no son tan importantes, pero cualquier

desviación de la temperatura normal del motor indica que debe utilizarse otro autobomba para realizar la succión.

Los problemas que pueden suceder mientras se realiza la succión pueden clasificarse según las tres categorías siguientes:

- Escape de aire en la toma de la bomba
- Remolino de agua que permite que el aire entre en la bomba
- Escape de aire debido a una empaquetadura defectuosa en la bomba.

Los escapes de aire en la toma de la bomba son los problemas más habituales. Si el manómetro de presión de descarga empieza a fluctuar y se produce la correspondiente pérdida de vacío en el manómetro de toma, es probable que entre aire en la bomba junto con el agua. El primer lugar que debe comprobarse es la manguera de toma. Incluso si las conexiones estaban suficientemente ajustadas al inicio de la operación, es posible que la vibración haya producido algunos escapes. Si el depósito de agua está vacío, la línea que conecta la bomba al depósito puede ser una fuente de escape. Además, revise todos los desagües y aperturas de la toma para comprobar si existe algún escape.

Si no hay agua suficiente en el filtro, puede que exista un remolino que esté dejando entrar aire en la bomba. Esto puede corregirse colocando una pelota de playa u otro objeto flotante sobre del mismo. Asimismo, en aguas con poca profundidad, donde los remolinos son un problema, pueden utilizarse filtros flotantes.

Una empaquetadura defectuosa en la bomba puede provocar un escape de aire. Si sale una cantidad excesiva de agua de la empaquetadura, es decir, si en lugar de gotear sale un chorro continuo, es probable que la causa del escape sea la empaquetadura. En ese caso, no se puede hacer nada para solucionarlo mientras la bomba esté funcionando. Si el problema es suficientemente grave para que la bomba pierda el cebado, habrá que sustituir el autobomba en el lugar del incendio y retirarlo del servicio para que lo reparen.

Mientras la bomba se encuentre en funcionamiento, puede que se observe un aumento gradual en la lectura de vacío sin que varíe el índice de flujo, lo que indica que se está creando un bloqueo. Los bloqueos suelen producirse cuando la bomba ha estado funcionando durante algún tiempo a un índice de descarga alto, lo que crea una velocidad máxima del agua que entra en el filtro. En casos extremos, puede producirse una cavitación en la bomba, que provoca una fluctuación y una disminución gradual de la presión de descarga. Puede conseguirse una solución inmediata reduciendo las rpm del motor hasta



Figura 11.55 Puede utilizar una pértiga con gancho para retirar los escombros del filtro.



Figura 11.56 Si el filtro no está situado a una profundidad excesiva, la presión procedente del chorro de la manguera puede provocar las turbulencias suficientes como para limpiar el filtro.

que la presión caiga. Una caída de la presión indica que el flujo ha disminuido por debajo del punto de cavitación.

Puesto que la presión reducida puede no ser adecuada para mantener el flujo deseado, intente desbloquear la bomba y restablecer el funcionamiento normal. El lugar en que más suele producirse un bloqueo es el filtro. Si el agua que se bombea contiene hojas o escombros y se han acumulado en el filtro, pueden estar obstruyendo el flujo parcialmente. Si la profundidad del agua permite alcanzar el filtro, pueden retirarse los escombros de éste físicamente (véase la figura 11.55). Otro método consiste en cargar la línea nodriza a presión e intentar retirar los materiales que bloquean el filtro expulsando agua a presión (véase la figura 11.56).

Asimismo, puede producirse un bloqueo en el filtro colocado en la toma de la bomba. Para desatascar el filtro, es necesario interrumpir el flujo de agua porque debe retirarse la manguera de toma.



Figura 11.57 Los sistemas de protección contraincendios reciben un bombeo adicional a través de las conexiones del cuerpo de bomberos.

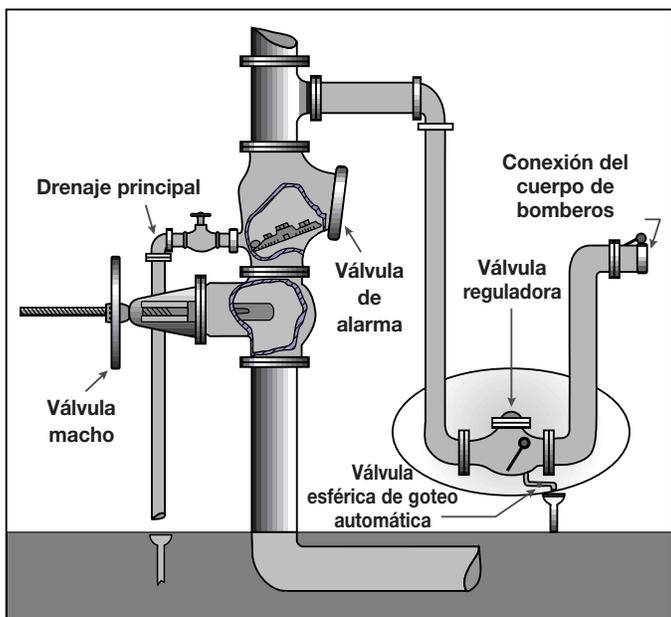


Figura 11.58 Este diagrama muestra la posición de la válvula reguladora en la conexión del cuerpo de bomberos.

La obstrucción también puede producirse por otros motivos. Puesto que la manguera de toma funciona en vacío, el revestimiento interno puede despegarse de la manguera y hundirse, lo que bloqueará una parte del conducto de agua. Puede que el hundimiento no se aprecie inmediatamente, ya que a medida que el vacío se elimina y la manguera se desconecta, el revestimiento puede volver a su posición original.

Si se excede la capacidad de la bomba, también puede producirse una cavitación. Esta situación también viene acompañada por una lectura alta del manómetro de vacío. Asimismo, la cavitación puede producirse a un flujo bastante por debajo de la capacidad máxima de la bomba si se trabaja a una gran altura. La capacidad real de la bomba en una situación dada depende del tamaño y de la longitud de la manguera de toma, así como de la altura y del diseño del filtro.

Cómo finalizar la actuación

Cuando vaya a cerrar la bomba después de una actuación de succión, disminuya lentamente la velocidad del motor hasta que vaya a ralentí, quite la marcha de la bomba y deje que la bomba se vacíe. Establezca la temperatura del motor tal y como se ha descrito en el capítulo 4 para apagar un vehículo. Después de drenar la bomba y de quitar las conexiones, accione el cebador mecánico durante algunos segundos hasta que el aceite o el fluido del cebador salgan de la descarga de la bomba cebadora. Así se lubricarán las partes del cebador y se podrá conservar en buenas condiciones. A menos que la bomba haya estado bombeando agua muy limpia sin contaminantes, deberá vaciarse por completo cuando se disponga de un abastecimiento de agua fresca.

Vea el diagrama 11.3 y la tabla 11.1 al final de este capítulo, si desea instrucciones adicionales para utilizar la bomba desde un lugar de succión y para solventar los problemas que puedan ocurrir durante esta actuación.

Soporte para rociadores y para tuberías montantes

Los sistemas fijos de protección contraincendios son la primera línea defensiva de un edificio contra un incendio no controlado en sus instalaciones. Una de las funciones más importantes del conductor/operario consiste en proporcionar el soporte adecuado a esos sistemas cuando se utilizan para sofocar un incendio. Para que así sea, el conductor/operario deberá conocer la información contenida en los siguientes apartados.

Soporte para los sistemas automáticos de rociadores

Durante mucho tiempo, se ha demostrado que los rociadores contraincendios bien instalados y con el mantenimiento adecuado proporcionan una protección fiable y automática para todo tipo de instalaciones. El abastecimiento de agua para los sistemas de rociadores está diseñado para aportar agua sólo a una parte del total de rociadores instalados en el sistema. Si se produce un gran incendio o se rompe una tubería, el sistema de rociadores necesitará una fuente exterior de agua y de presión para realizar su función eficazmente.

Las actividades de prevención de incidentes de los cuerpos de bomberos deben identificar todas las instalaciones de una comunidad que posean sistemas automáticos de rociadores. Es necesario incluir en la información de prevención de incidentes la ubicación de la conexión del cuerpo de bomberos, el hidrante o la fuente de abastecimiento de agua más cercanos a la conexión del cuerpo de bomberos y cualquier requisito

especial para conseguir la presión de bombeo necesaria para abastecer el sistema.

Aunque los procedimientos de actuación normalizados pueden variar, uno de estos procedimientos debe ser igual para todos los cuerpos: cuando lleguen a una propiedad con rociadores, deben llevar a cabo inmediatamente los preparativos necesarios para abastecer a la conexión del cuerpo de bomberos. Las conexiones del cuerpo de bomberos consisten en siamesas con un mínimo de dos conexiones hembra de 65 mm (2,5 pulgadas) o una conexión asexual de gran diámetro conectada a una entrada de bisagra (véase la figura 11.57). A medida que el agua entra en el sistema, primero pasa por una válvula reguladora. Dicha válvula evita que el flujo de agua procedente del sistema rociador vuelva a la conexión del cuerpo de bomberos (véase la figura 11.58). A pesar de ello, permite que el agua procedente de la conexión entre en el sistema de rociadores.

Según los procedimientos de actuación normalizados, la compañía de autobomba que llegue primero u otra compañía de autobomba debe localizar la conexión del cuerpo de bomberos y el hidrante adecuado más próximo. Si existe algún indicio de un incendio real, como el humo o el sonido de alguna alarma de rociador, hay que conectar un mínimo de dos líneas de mangueras de 65 mm (2,5 pulgadas) o una línea de mangueras de 77 mm (3 pulgadas) a la conexión del cuerpo de bomberos. Además, la compañía de autobomba debe tender líneas de abastecimiento hasta el hidrante y realizar todas las conexiones adecuadas (véase la figura 11.59). Por regla general, un autobomba de 4.000 L/min (1.000 gpm) debe servir para abastecer unos 50 rociadores que se calcule que puedan estar descargando agua de una conexión del cuerpo de bomberos.

Los equipos de ataque interior tienen que localizar el incendio y determinar si es necesario cargar el sistema de rociadores. Puede considerarse que es más prudente cargar el sistema inmediatamente cuando llegan las compañías contraincendios. Esta acción es obviamente adecuada si es evidente que existe un incendio. A pesar de ello, en algunas ocasiones los rociadores pueden haber extinguido el incendio o puede que el sistema se haya activado por causa de una avería. En la mayoría de los casos, es deseable confirmar la presencia del incendio antes de bombear agua dentro del sistema.

Si es preciso cargar el sistema, el conductor/operario debe desarrollar lentamente la presión necesaria para abastecer el sistema. Las bombas con múltiples posiciones deben estar en la posición de VOLUMEN (PARALELO). En algunas instalaciones, la presión de



Figura 11.59 El autobomba debe estar conectado a una fuente de abastecimiento y a la conexión del cuerpo de bomberos.

descarga sugerida aparece impresa en una placa en la conexión del cuerpo de bomberos. En otros casos, puede que haya una presión recomendada en la información de prevención de incidentes. Si esta información no está disponible, la regla general indica que deben descargarse 1.050 kPa (150 lb/pulg²) en la conexión del cuerpo de bomberos. Desde fuera del edificio, suele ser difícil determinar cuántos rociadores funcionan en el área del incendio y la cantidad de pérdida de presión por fricción en el sistema. Si es evidente que el incendio se está propagando, hay que conectar líneas adicionales a la conexión del cuerpo de bomberos y cargarlas. Los rociadores que enfrían el humo pueden dificultar la evaluación rápida a causa de la mala visibilidad. Este enfriamiento provoca que el humo pierda su capacidad de ascensión normal.



Figura 11.60 Un bombero o un equipo de bomberos, debe verificar visualmente el correcto funcionamiento del control del sistema y del compartimento donde se encuentran las tuberías montantes.

Siempre que sea posible, un bombero o un equipo que conozca el edificio deben revisar inmediatamente las válvulas de control, si se puede acceder a ellas, para garantizar que estén abiertas. Es necesario abrir las válvulas cerradas excepto en los casos en los que se sabe que se han realizado obras en el edificio o la zona que



Figura 11.61 Los bomberos deben conectar los fardos de las mangueras a las descargas que se encuentran con más frecuencia en la escalera.

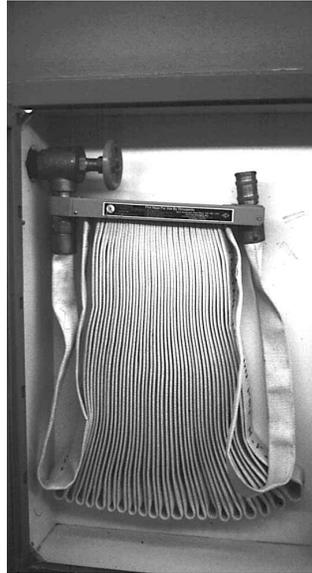


Figura 11.62 El personal del cuerpo de bomberos no debe utilizar líneas domésticas o líneas de tuberías montantes.



Figura 11.64 Las conexiones del cuerpo de bomberos deben especificar claramente cuál es su uso.



Figura 11.63 Los bomberos deben llevar su propio equipo, la manguera inclusive, hacia el interior del edificio.

afectan a los rociadores. Si se abren las válvulas en esas circunstancias, puede provocarse una grave pérdida de agua en el sistema. El bombero o el equipo asignados a esta tarea deben llevar una linterna o una radio portátil. Si el sistema de rociadores se abastece mediante una bomba contraincendios fija en la propiedad, es necesario asegurarse de que dicha bomba funciona correctamente (véase la figura 11.60). Las válvulas de control suelen estar colocadas en la sala de la bomba, de modo que el mismo bombero o el mismo equipo pueden realizar ambas funciones.

Soporte para los sistemas de tuberías montantes

Las tuberías montantes sirven para acelerar el ataque contra el incendio en los edificios de varias plantas o de una planta de gran superficie. Los equipos de ataque contraincendios conectan líneas a las conexiones de 65 mm o 38 mm (2,5 ó 1,5 pulgadas) en cada planta (véase la figura 11.61). El personal contraincendios no debe utilizar las líneas domésticas o las líneas de tuberías montantes a menos que se ponga en marcha un programa de pruebas para mangueras similar al que se utiliza para probar todas las mangueras del cuerpo (véase la figura 11.62). A menudo, estas líneas son mangueras con un recubrimiento sencillo de algodón sin forro que no se han probado ni cambiado desde que se instalaron. Los equipos de lucha contraincendios llevan líneas de ataque para entrar en las propiedades protegidas con tuberías montantes y garantizar así ataques seguros sin que exploten las líneas domésticas (véase la figura 11.63).

Las tuberías montantes pueden estar llenas o vacías, según las preferencias del propietario o los requisitos especificados en los códigos locales. Los sistemas de tuberías llenas contienen agua a presión y están preparados para su uso tan pronto como las líneas se conecten al orificio de salida. Los sistemas de tuberías vacías deben abastecerse del agua procedente de un autobomba unido a una conexión del cuerpo de bomberos para tuberías montantes en el exterior del edificio. Las conexiones del cuerpo de bomberos para tuberías montantes deben identificarse claramente para que no se confundan con las conexiones para rociadores (véase la figura 11.64). Asimismo, las tuberías montantes llenas poseen conexiones del cuerpo de bomberos que deben abastecerse con agua a presión para complementar el suministro de agua para el sistema.

Los tendidos de mangueras descritos previamente en las conexiones del cuerpo de bomberos para sistemas de rociadores también se aplican aquí. La presión de descarga de la bomba depende de los siguientes factores:

- La pérdida de presión por fricción (150 kPa [25 lb/pulg²]) en la tubería montante
- La pérdida de presión por fricción en el tendido de mangueras procedente del autobomba hasta la conexión del cuerpo de bomberos
- La pérdida de presión por fricción en la manguera sobre la superficie del incendio
- La presión de la boquilla para el tipo de boquilla utilizado
- La presión por altura debida a la altura del edificio

Por regla general, la pérdida de presión por fricción en la tubería montante es reducida a menos que los flujos sean elevados, como cuando dos líneas de 65 mm (2,5 pulgadas) se abastecen mediante la misma tubería montante. También hay que tener en cuenta las pérdidas de presión en la conexión del cuerpo de bomberos y los dobleces de la tubería. Asimismo, el conductor/operario debe conocer la manguera y las boquillas que se utilizan en paquetes para zonas elevadas que los bomberos transportan hasta la planta del incendio. Esto permite unos cálculos hidráulicos más exactos. Si desea más información sobre cómo realizar estos cálculos hidráulicos, consulte el capítulo 8.

Aumente en 35 kPa (5 lb/pulg²) la presión de la boquilla deseada cada vez que suba una planta por encima de la conexión del sistema de tuberías montantes que tenga chorros contraincendios activos. Incluya también la pérdida de presión por fricción para la línea o líneas de ataque, las tuberías montantes y el tendido desde el autobomba hasta la conexión para tuberías montantes. Estos son cálculos prolongados que no pueden realizarse cada vez que se necesita una línea de tuberías montantes. El cuerpo de bomberos debe prever la presión de descarga de la bomba o desarrollar una regla para cada edificio de la zona equipado con una tubería montante. No se recomienda que la presión de descarga de la bomba sobrepase los 1.400 kPa (200 lb/pulg²), a menos que el sistema de tuberías montantes haya sido diseñado para soportar altas presiones.

Si se sabe que un sistema de tuberías montantes está equipado con válvulas reductoras de la presión, la presión por altura utilizada debe basarse en la **altura total** de la tubería montante o de la zona utilizada (véase la figura 11.65). Esto se debe a que la válvula reductora de la presión suele reducir la presión existente. Si la presión en



Figura 11.65 Las válvulas reductoras de la presión suelen utilizarse en edificios altos.



Figura 11.66 Pueden utilizarse un macho doble y una hembra doble para que las conexiones a una junta congelada de la conexión del cuerpo de bomberos sean más fáciles.

una válvula reductora en particular es inferior a la presión para la que fue ajustada, el resultado será una presión inadecuada para las líneas de mangueras.

Con frecuencia, los gamberros o los curiosos pueden abrir las válvulas de las mangueras en las tuberías montantes vacías y dejarlas abiertas. Al llenar la tubería, descargarán el agua a niveles por debajo de la planta del incendio, por lo que el bombero deberá bajar por las escaleras para cerrar las válvulas.

A menudo, al llenar las tuberías montantes vacías, se produce un retraso hasta que el agua pasa a la válvula de la manguera, debido a la cantidad de aire que debe expulsarse fuera del sistema. El aire también puede quedarse atrapado y comprimirse, de modo que cuando se abra una válvula, el aire saldrá con una presión alta.

El cuerpo de bomberos puede realizar algunas actuaciones sencillas para solventar los problemas creados por los daños en las tuberías montantes; por ejemplo, si se han congelado algunas de las juntas de una

conexión del cuerpo de bomberos, puede utilizarse un macho doble con una hembra doble (véase la figura 11.66). Si una conexión del cuerpo de bomberos resulta totalmente inservible a causa del gamberrismo, la tubería montante puede llenarse en la primera planta uniendo una hembra doble a una válvula para la manguera en la primera planta. Si una válvula de manguera individual en una planta superior no funciona correctamente, puede utilizarse una válvula en la planta inmediatamente inferior. Para solventar un problema en un edificio con una sola tubería montante totalmente inutilizada, puede que sea necesario izar una línea por el exterior del edificio. A menudo, para ello se puede desenrollar una

manguera desde uno de los lados del edificio en la segunda o tercera planta en vez de intentar subir una línea algunas plantas. Las tuberías montantes de los edificios adyacentes también pueden utilizarse para proteger los alrededores. Como último recurso, la manguera de abastecimiento puede tenderse por la escalera interior para que sustituya la tubería montante.

Si desea más información acerca de las actuaciones en instalaciones con sistemas automáticos de rociadores y de tuberías montantes, consulte el manual de la IFSTA **Private Fire Protection and Detection** (Protección y detección contraincendios privadas).

Tabla 11.1

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS SURGIDOS DURANTE LAS ACTUACIONES DE BOMBEO

Problemas habituales en todos los tipos de actuación			
Problema	Síntomas	Causa probable	Soluciones posibles
No hay ninguna lectura en el manómetro de presión cuando activa la bomba.	La luz verde que indica que la transferencia de cambio de la bomba está completa no se enciende.	El sistema de accionamiento de la bomba no está totalmente encendido.	Compruebe la posición del control de la transferencia de cambio. Si está en la posición adecuada, libere el control de transferencia, deje que los engranajes giren y luego acciónelos. Transmisión automática: repita el procedimiento de cambio de la bomba para garantizar la transferencia de energía hacia la bomba.
	La luz verde está encendida, pero no hay ninguna lectura en el velocímetro.	El embrague no está activado.	Compruebe el control remoto del embrague en el panel de funcionamiento de la bomba.
	El velocímetro ofrece una lectura normal para el funcionamiento de la bomba. Todas las indicaciones son correctas y la lectura de rpm es la especificada.	La transmisión de carretera no está en la marcha adecuada. El selector automático de transmisión está en la posición errónea.	Compruebe la palanca de cambio: bloquéela en la posición adecuada para la actuación de bombeo.
No hay agua en la bomba.		Compruebe el abastecimiento de agua. Asegúrese de que todas las válvulas correspondientes están abiertas. Puede que haya que accionar la bomba cebadora para eliminar el aire en la bomba principal.	
La bomba no desarrollará presión suficiente.	La lectura de rpm en el tacómetro es normal si la comparamos con la placa de Underwriter's Laboratories (UL).	El manómetro está defectuoso. Puede que la presión exista, pero que no aparezca en el manómetro maestro de presión.	Compruebe la válvula de vaciado (válvula amortiguadora) asociada al manómetro. Abra la válvula de compuerta de una de las salidas de descarga tapadas y mire la lectura de presión del manómetro de la línea. Abra una salida de descarga destapada de la bomba para ver si el agua se descarga a presión.
		Bomba de dos posiciones: • Válvula de transferencia de la bomba en la posición errónea.	La válvula de transferencia debe estar en la posición EN SERIE o de PRESIÓN siempre que se necesiten más de 1.400 kPa (200 lb/pulg ²).
		• Puede que la válvula de retención de charnela tenga un escape si la bomba está en la posición EN SERIE.	Fije la presión de descarga a 350 kPa (50 lb/pulg ²), pase de la posición de PARALELO a EN SERIE, y escuche el sonido metálico de la válvula mientras funciona. Si está bloqueada, retire el filtro de la toma grande y quite los escombros del asiento de la válvula.
		La válvula de conmutación no ha finalizado su trayecto y sólo funciona parcialmente.	Compruebe todas las indicaciones mecánicas y eléctricas y observe las lecturas del manómetro de presión a medida que acciona la válvula. Utilice los mandos de control manuales para cerrar la válvula. Puede que también sea posible cerrar la válvula mecánicamente si el mecanismo de transferencia de potencia está defectuoso.
		Transmisión automática: la marcha de bombeo en la transmisión cambia y va reduciéndose a medida que la carga aumenta.	Ponga la bomba fuera de servicio y repárela o ajústela de modo que el vehículo funcione con la marcha de bombeo correcta.

Problemas habituales en todos los tipos de actuación

Problema	Síntomas	Causa probable	Soluciones posibles
La bomba no desarrolla suficiente presión.	La lectura de rpm en el tacómetro es normal si la comparamos con la placa de Underwriter's Laboratories (UL).	Puede que los anillos para desgaste dentro de la bomba sean demasiado resbaladizos.	Ponga el autobomba fuera de servicio hasta que esté reparado.
	La válvula de seguridad funciona y la luz del indicador está encendida.	La presión de la válvula de seguridad está fijada a un nivel demasiado bajo.	Aumente la presión de funcionamiento de la válvula de seguridad girando el control de ajuste en el sentido de las agujas del reloj hasta que quede cerrada.
	La luz del indicador muestra que la válvula de seguridad está cerrada.	Puede que la válvula de seguridad esté abierta o no esté bien fijada, lo que permite que el agua vuelva a la toma.	Apague el control de la válvula de seguridad.
			Ponga el control de ajuste en la posición máxima en el sentido de las agujas del reloj.
			Accione la válvula encendiendo y apagando el control o aumentando o disminuyendo alternativamente el control de ajuste de la presión para que la válvula funcione.
	Las rpm del motor no pueden llegar hasta el valor suficiente determinado en la placa de Underwriter's Laboratories (UL), aunque la aceleración sea máxima. La lectura del tacómetro es baja, la lectura del manómetro de presión es demasiado baja.	Puede que los requisitos de flujo excedan la capacidad de la bomba.	La capacidad de la bomba en la posición EN SERIE o PRESIÓN se limita al 50% de la capacidad especificada a 1.700 kPa (250 lb/pulg ²) y al 70% de su capacidad a 1.400 kPa (200 lb/pulg ²) de la presión de bombeo neta.
		Puede que el mecanismo del regulador haya resbalado o esté atascado.	Compruebe el funcionamiento del mecanismo. Puede que sea posible anular el funcionamiento del regulador mediante el acelerador o el regulador de mano en la cabina o accionando manualmente el mecanismo del carburador.
La capacidad de la bomba en la posición EN SERIE o PRESIÓN se limita al 50% de la capacidad especificada a 1.700 kPa (250 lb/pulg ²) y al 70% de su capacidad a 1.400 kPa (200 lb/pulg ²) de la presión de bombeo neta.		Compruebe el indicador de la temperatura del motor. Ajuste la válvula auxiliar de refrigeración para mantener la temperatura de funcionamiento adecuada.	
		Compruebe el nivel de refrigerante en el radiador. Si está demasiado bajo y el agua que se bombea es limpia, abra la válvula de llenado del radiador para que el refrigerante alcance el nivel adecuado.	
La bomba es incapaz de suministrar la capacidad especificada.	La lectura de rpm en el tacómetro es normal si la comparamos con la placa de Underwriter's Laboratories (UL).	Disminución de la potencia del motor.	Si la presión adicional es esencial, utilice otro autobomba. Ponga la unidad fuera de servicio hasta que esté reparada.
		Bomba de dos posiciones: <ul style="list-style-type: none"> la válvula de transferencia en la posición errónea. 	La válvula de transferencia debe estar en la posición EN PARALELO o de VOLUMEN, siempre que se necesite un 50% o más de la capacidad de la bomba.
		<ul style="list-style-type: none"> La válvula de retención de charnela no está del todo abierta. 	Quite el filtro de la apertura de toma grande en cada uno de los lados de la bomba. Asegúrese de que la válvula no tiene ningún obstáculo para moverse insertando una barra y empujando la cara de la válvula.

Problemas habituales en todos los tipos de actuación

Problema	Síntomas	Causa probable	Soluciones posibles	
La bomba es incapaz de suministrar la capacidad especificada.	La lectura de rpm en el tacómetro es normal si la comparamos con la placa de Underwriter's Laboratories (UL).	Bomba de dos posiciones: • La válvula de retención de charnela no está del todo abierta.	Quite el filtro de la apertura de toma grande en cada uno de los lados de la bomba. Asegúrese de que la válvula no tiene ningún obstáculo para moverse insertando una barra y empujando la cara de la válvula.	
	El manómetro de toma registra 0 ó indica una presión positiva.	Bloqueo en los conductos para el agua del autobomba. Puede que algún objeto dentro del rodetete reduzca la capacidad.	Vuelva a limpiar la bomba conectando una línea de abastecimiento a la salida de descarga más alta y abriendo las piezas grandes de ajuste de la toma.	
		Puede que se haya producido un desgaste en la bomba, normalmente en los anillos para desgaste o en la válvula de seguridad, lo que permite que la descarga vuelva a entrar en la toma.	Ponga el autobomba fuera de servicio hasta que esté reparado.	
	El manómetro compuesto de toma registra un vacío elevado y el manómetro de la presión de descarga fluctúa (cavitación).	Bloqueo del filtro en la pieza de ajuste de la toma en la bomba.	Desconecte la línea de toma y limpie los escombros acumulados en el filtro.	
			Abastecimiento de agua o líneas de abastecimiento inadecuados.	Conecte una línea de abastecimiento adicional a la toma de la bomba.
			Reduzca la cantidad de líneas de descarga suministradas. Disminuya la presión de descarga para reducir la cantidad de agua que fluye a través de las líneas.	
Incapaz de desarrollar suficientes revoluciones por minuto del motor con la máxima aceleración para suministrar la capacidad especificada.	Vea los consejos que aparecen en "La bomba no desarrolla la presión suficiente con pocas revoluciones por minuto."			
La bomba se recalienta durante su funcionamiento.	Se enciende la luz que advierte de que la bomba está recalentada o usted percibe físicamente el calor.	Flujo inadecuado a través de la bomba mientras funciona bajo presión.	Abra la válvula adicional de refrigeración o ponga la válvula del circulador en posición de LLENADO o VACIADO del depósito según convenga.	
			Abra la válvula de llenado del depósito si está conectada a la descarga de la bomba.	
			Utilice la línea nodriza para mantener un flujo mínimo de agua mientras bombea.	
		Aceleración excesiva en las bombas equipadas con válvula de seguridad.	Reduzca las revoluciones por minuto del motor.	
La válvula de seguridad no funciona o funciona lentamente.	Los saltos de presión son excesivos cuando se cierran las líneas de mangueras.	El filtro desde la línea de presión hasta la válvula piloto está sucio.	Abra la línea para aclarar la bomba con agua limpia y limpiar así el filtro.	
			Retire el filtro y límpielo con agua clara.	
		La válvula de seguridad está corroída o sucia.	Si la válvula está equipada con un cierre, ponga la presión de descarga en la bomba a 1.050 kPa (150 lb/pulg ²), ponga el control de ajuste de la válvula de seguridad al mínimo y abra y cierre la válvula alternativamente durante 60 segundos. Si no se dispone de válvula de control, ponga la presión de la bomba a 1.050 kPa (150 lb/pulg ²) y accione la válvula de seguridad moviendo el control de ajuste rápidamente.	

Problemas habituales en todos los tipos de actuación

Problema	Síntomas	Causa probable	Soluciones posibles
La válvula de seguridad no funciona o funciona lentamente.	Los saltos de presión son excesivos si se cierran las líneas de mangueras.	Válvula de seguridad defectuosa.	Desmonte la válvula y limpie todas las partes, sustituya todos los elementos defectuosos según convenga.
Utilización desde el depósito			
Incapaz de establecer una presión de funcionamiento adecuada o se produce una pérdida de presión cuando la primera válvula de descarga se abre.	La presión aumenta con las revoluciones por minuto del motor hasta un punto, luego se mantiene estable o fluctúa.	Hay aire en la bomba a medida que se llena de agua.	Accione el cebador hasta que se elimine todo el aire de la bomba. Vaya pasando la bomba de la posición EN SERIE a la posición EN PARALELO y viceversa varias veces mientras el agua fluye.
			Si sólo se abastecen las líneas pequeñas, al abrir la válvula que conecta el depósito con la bomba y aumentar la velocidad del agua a través de la bomba durante un breve período de tiempo eliminará el resto del aire.
		Transmisión automática: • La transmisión patina de forma intermitente.	Ajuste la transmisión.
		• Nivel bajo de fluido en la transmisión.	Aumente el nivel del fluido.
		• La transmisión no permanece en la marcha de bombeo correcta.	Ajuste la transmisión.
Fluctuación del manómetro de presión y reducción de la presión de descarga cuando las líneas adicionales se ponen en servicio.	Valor elevado en la lectura de vacío del manómetro compuesto de toma.	La válvula que conecta la bomba con el depósito no puede que esté totalmente abierta o que haya vibrado hasta una posición parcialmente CERRADA.	Compruebe la válvula que conecta la bomba con el depósito y fíjela en posición ABIERTA si la válvula posee un mecanismo de cierre.
		Es posible que la tubería que conecta la bomba con el depósito sea demasiado pequeña para abastecer la cantidad de agua necesaria para las líneas de mangueras en servicio.	Cierre una de las líneas de mangueras si las condiciones en el lugar del incendio lo permiten. Reduzca la presión de descarga hasta que las fluctuaciones cesen y la lectura del manómetro de presión empiece a caer.
Mientras bombea, la presión de descarga cae hasta un valor muy bajo y el abastecimiento de agua se interrumpe.	El manómetro compuesto en la toma indica 0 ó fluctúa. La velocidad del motor aumenta.	Escape de aire en la bomba.	Compruebe todas las tapas y válvulas del lado de toma de la bomba.
	El indicador de agua registra un vacío.	El abastecimiento del agua desde el depósito está vacío o a niveles extremadamente bajos.	Reduzca la presión hasta que el manómetro permanezca estable y el flujo se reanude. Conéctese a otra fuente de abastecimiento tan pronto como sea posible.
Utilización desde el punto de succión			
La línea de succión se hunde cuando se abre la válvula de descarga hasta una línea de mangueras.	La presión de toma cae a menos de 0. La presión de descarga también cae.	Los pliegues en las líneas de succión pueden provocar una pérdida de presión por fricción excesiva cuando el agua empieza a moverse.	Vuelva a colocar la línea de succión para eliminar los dobleces o restricciones.

Utilización desde el hidrante

Problema	Síntomas	Causa probable	Soluciones posibles
La línea de succión se hunde cuando se abre la válvula de descarga hasta una línea de mangueras.	La presión de toma cae a menos de 0. La presión de descarga también cae.	Puede que la línea de succión sea demasiado pequeña para la cantidad de flujo necesaria.	Una succión de 77 mm (3 pulgadas) con un flujo aproximado de 2.000 L/min (500 gpm), pero con salidas de 65 mm (2,5 pulgadas) las piezas de ajuste de la toma pueden limitar el flujo a menos de 1.200 L/min (300 gpm). Si se utiliza una succión de 65 ó 77 mm (2,5 ó 3 pulgadas), debe conectarse a la toma grande, ya sea a través de una siamesa o un reductor de campana.
	Sale agua del suelo alrededor del cilindro del hidrante.	El hidrante no está totalmente abierto.	Gire la llave para el hidrante en el sentido contrario al de las agujas del reloj hasta que ya no pueda girar más.
A medida que suministra el agua, la línea de succión se hunde y la bomba empieza a cavitarse.	La presión de toma cae a menos de 0. La presión de descarga fluctúa y también cae.	Las líneas de mangueras que reciben el suministro necesitan más agua.	Reduzca el número de líneas de mangueras en servicio o el flujo establecido en las boquillas.
			Reduzca la presión de descarga de la bomba disminuyendo la aceleración hasta que la cavitación cese.
		Es posible que las demandas adicionales del sistema de abastecimiento de agua hayan reducido la presión residual en el sistema.	Reduzca la cantidad de agua que utiliza cambiando la configuración de la boquilla o retirando las líneas de ataque del servicio.
			Obtenga un abastecimiento suplementario procedente de otro hidrante, bombeo en serie o un depósito de agua.

Utilización desde la succión

La bomba no se ceba.	Incapaz de hacer que el agua entre en la bomba a través de una manguera rígida de absorción. No se registra ninguna lectura de vacío en el manómetro compuesto de la toma.	Deje la válvula de drenaje abierta.	Compruebe la válvula maestra de drenaje para asegurarse de que está totalmente cerrada. Compruebe las válvulas de drenaje individuales en el regulador, el refrigerante auxiliar y demás elementos.
		Las válvulas de toma están abiertas o no están cerradas herméticamente.	Ajuste las tapas de las piezas de ajuste de succión grandes que no se utilicen. Asegúrese de que la válvula que conecta la bomba con el depósito está cerrada si el depósito está vacío.
		La válvula refrigerante de la línea nodriza o la válvula del circulador están en la posición ABIERTA (bomba Barton American).	Cierre la válvula refrigerante de la línea nodriza. Ponga la válvula del circulador en posición vertical, entre las posiciones de LLENADO y VACIADO.
		Puede que la válvula de seguridad pierda.	Si la válvula de seguridad está equipada con una válvula de cierre, ciérrela. Si posee roscas de manguera contra incendios en la apertura de descarga, tápelas.
		Las conexiones de la manguera de absorción no son herméticas.	Compruebe si hay escapes de aire en cada conexión. Ajústelas con un martillo de goma si la conexión tiene alguna fuga.

Utilización desde la succión

Problema	Síntomas	Causa probable	Soluciones posibles
La bomba no se ceba.	Incapaz de hacer que el agua entre en la bomba a través de una manguera rígida de absorción. No se registra ninguna lectura de vacío en el manómetro compuesto de la toma.	La conexión de la manguera de absorción al filtro flotante no es hermética.	Ajuste el cople con el martillo de goma o con una llave.
		La empaquetadura de la bomba está demasiado suelta y pierde aire.	Ponga el autobomba fuera de servicio hasta que pueda ajustarse la empaquetadura o vuelva a empaquetarse la bomba.
		El cebador no ha estado en funcionamiento lo suficiente como para eliminar todo el aire.	Un autobomba normal necesita 15 segundos para cebar a través de 6 m (20 pies) de manguera de absorción, pero puede tardar hasta 30 segundos en finalizar el cebado.
		La válvula que conecta la bomba con el depósito no está sellada con el depósito vacío.	Llene parcialmente el depósito (temporalmente). Repare la válvula (permanentemente). Conecte la bomba, aumente la presión hasta 700 kPa (100 lb/pulg ²) y descargue el agua desde la línea nodriza. Mientras mantiene el extremo de la manguera de absorción sumergido, retire la tapa del extremo e instale el filtro. Cierre lentamente la válvula que conecta la bomba con el depósito mientras el agua continua fluyendo desde la línea nodriza. La bomba ya está cebada.
		Las rpm del motor son demasiado bajas.	Las rpm del motor deben coincidir con las especificadas en las instrucciones del fabricante, pero van normalmente de 1.000 a 1.200 rpm.
		No hay aceite en el depósito de la bomba cebadora.	Transporte una cantidad de aceite en todos los autobombas que utilicen aceite para el cebado. Puede poner el aceite en el depósito para rellenar el abastecimiento. Si el aceite normal para el cebado no está disponible, puede poner agua en el depósito para que el cebador funcione, pero debe limpiarlo completamente y poner aceite tan pronto como pueda.
El motor eléctrico no acciona el cebador.	Una batería averiada o una mala conexión entre el cable y los bornes de la batería.	Inspeccione los bornes de la batería. Si están corroídos, puede desconectar el borne y limpiarlo lo suficiente para que funcione.	
Se descarga muy poco aire desde el cebador.	Cebador defectuoso.	Si el cebador no funciona por problemas mecánicos, la bomba puede cebarse conectando una manguera rígida de absorción a la bomba e instalando una tapa en el extremo de la manguera. Luego, sumerja la manguera bajo el agua. Abra la válvula que conecta la bomba con el depósito y permita que la manguera de absorción y la bomba se llenen de agua.	
La bomba pierde el cebado al abrir la primera válvula de descarga y el agua empieza a fluir.	El manómetro de la presión de descarga cae en picado.	Puede que la válvula se haya abierto demasiado rápido.	Observe con atención el manómetro de presión mientras abre lentamente la válvula de descarga. Si la presión empieza a caer repentinamente, pare y deje que se estabilice antes de continuar.

Utilización desde la succión

Problema	Síntomas	Causa probable	Soluciones posibles
La bomba pierde el cebado al abrir la primera válvula de descarga y cuando el agua empieza a fluir.	El manómetro de presión de descarga cae en picado.	No se ha cebado completamente la bomba y aún queda aire dentro cuando el cebador se desconecta.	Deje que el cebador continúe funcionando hasta que se descargue un chorro de agua estable antes de cerrar la válvula cebadora. Si la presión cae repentinamente mientras se abre una válvula de descarga, accione el cebador momentáneamente para eliminar el aire que quede en la bomba.
		Puede que la bomba no gire lo bastante rápido para mantener el cebador cuando el agua empieza a fluir.	Ajuste la presión de descarga a 525 kPa (75 lb/pulg ²) o más antes de abrir la válvula de descarga.
		La válvula cebadora puede pegarse, lo que provoca que el aire se escape hacia dentro de la bomba.	Compruebe el control de la válvula cebadora para ver si está en la posición CERRADA. Accione la válvula para eliminar los escombros del asiento de la válvula.
		Piedras o escombros en el rodete.	Ponga el autobomba fuera de servicio hasta que esté reparado.
	La lectura del manómetro de presión cae en picado y el manómetro de la presión vuelve a la lectura 0.	Al cebar la bomba, se ha quedado una bolsa de aire en un lugar elevado de la línea de succión. El aire ha entrado en la bomba cuando el agua ha empezado a moverse a través de la manguera de absorción.	Intente eliminar la bolsa de aire moviendo la manguera de succión y cebando la bomba de nuevo. Si no puede eliminar la bolsa de aire, puede que sea posible purgar el aire de la manguera de absorción mediante el cebador cada vez que la presión empiece a caer.
La bomba pierde el cebado durante el curso de una actuación de bombeo.	La bomba pierde el cebado si todas las boquillas están cerradas y el agua no fluye.	Escape de aire en la toma de la bomba.	Compruebe todas las conexiones para ver si están herméticamente cerradas.
		Puede que la empaquetadura esté mal ajustada, lo que provoca que el aire se escape hacia el interior de la bomba alrededor del eje.	Abra una salida de descarga y permita que el agua fluya en todo momento para mantener una lectura de vacío más elevada en el lado de toma de la bomba. Si el problema se agrava, ponga el autobomba fuera de servicio hasta que esté reparado.
	La bomba pierde el cebado siempre que funciona a niveles cercanos a su capacidad máxima. La lectura del vacío del manómetro de toma es casi 0 y fluctúa.	Un torbellino sobre el filtro permite que el aire entre en la bomba a través de la manguera de absorción.	Ponga una tabla o algún otro objeto sobre el torbellino para romper el movimiento y evitar que el aire entre en la manguera de absorción.
		Escape de aire en la toma de la bomba.	Compruebe todas las conexiones.
La bomba cavita si el flujo aumenta.	El manómetro de toma registra más de 559 mm (22 pulgadas) de vacío, el manómetro de presión fluctúa y la lectura disminuye.	El flujo sobrepasa la capacidad de la bomba a la altura necesaria.	La capacidad de la bomba disminuye a medida que la altura aumenta. A una altura de 6 m (20 pies), la capacidad de la bomba es sólo del 60 por ciento de capacidad si la altura fuera de 3 m (10 pies).

Utilización desde la succión

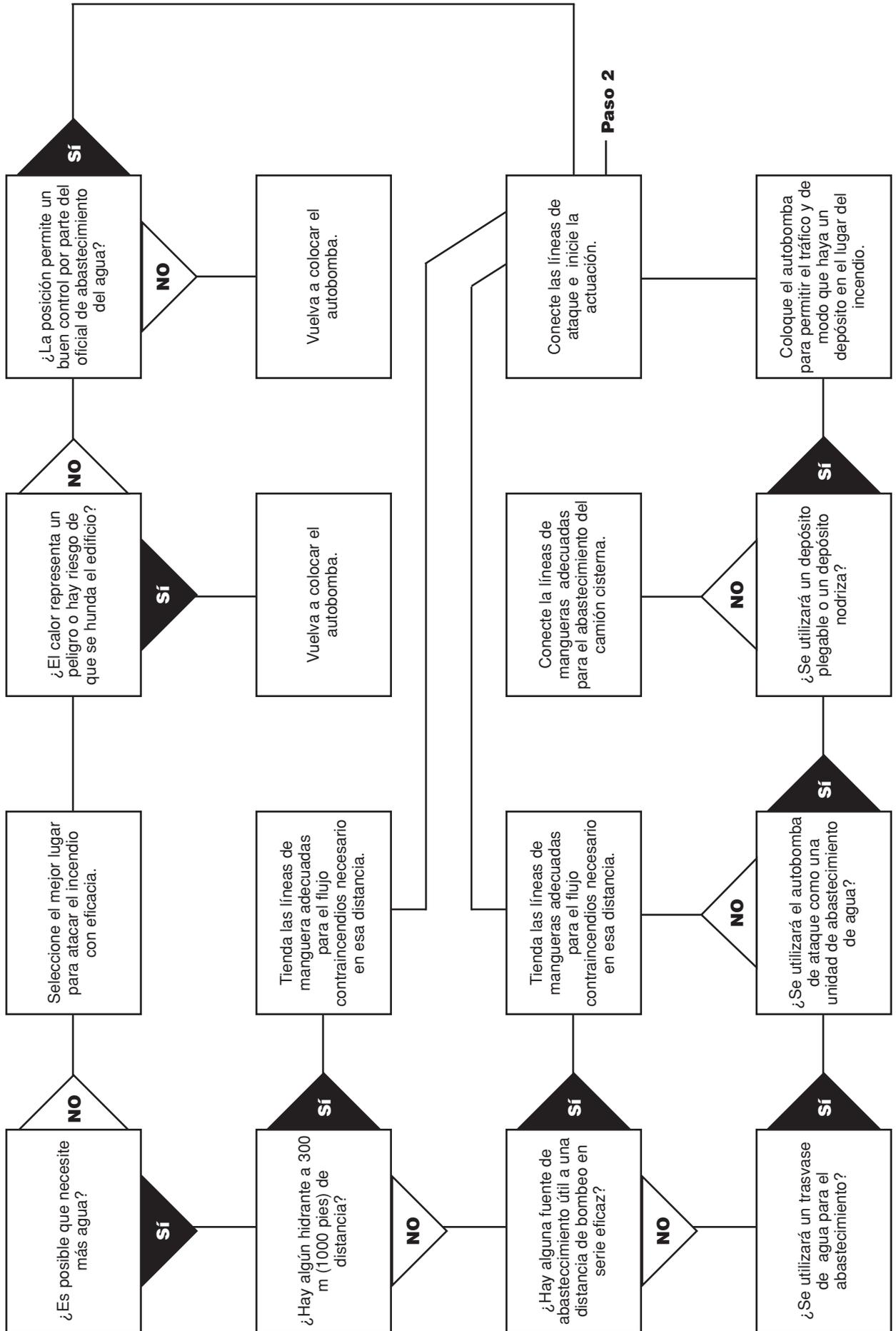
Problema	Síntomas	Causa probable	Soluciones posibles
La bomba cavita si el flujo aumenta.	El manómetro de toma registra más de 559 mm (22 pulgadas) de vacío, el manómetro de la presión fluctúa y la lectura disminuye.	La línea de succión puede estar parcialmente bloqueada.	Puede que haya escombros que bloqueen el filtro en la manguera de succión. Limpie el filtro manualmente.
			Los escombros están atrapados en el filtro de la toma de la bomba. Cierre la bomba, retire la manguera de succión y limpie el filtro.
		El revestimiento interno de goma en la manguera de succión se ha desprendido. El resultado es la restricción provocada por la "burbuja" en el revestimiento interno.	La manguera de succión puede hundirse. Deberá sustituirse si la capacidad reducida no es aceptable.
			Sustituya la manguera de succión.

Utilización en serie

La línea de abastecimiento de toma se hunde cuando la aceleración aumenta para establecer la presión de descarga inicial según convenga.	La lectura del manómetro de la presión de toma es negativa, lo que significa que hay vacío en vez de presión.	Es posible que la línea de vaciado o la descarga destapada utilizadas para que el agua salga mientras se establece el bombeo en serie estén abiertas.	Cierre la válvula en cualquier descarga destapada o en la línea de vaciado.
			Si el autobomba funciona como unidad terminal en una serie, ajuste la válvula en la línea de vaciado para que la presión residual en la toma del autobomba se sitúe en 350 kPa (50 lb/pulg ²).
		Puede que el autobomba terminal esté intentando tomar más agua desde el bombeo de la que puede suministrar.	Notifique al oficial de abastecimiento de agua que el bombeo en serie no puede abastecer la cantidad de agua necesaria para que las líneas adicionales de abastecimiento puedan ponerse en servicio. Reduzca la presión de descarga hasta que el manómetro de toma registre una lectura positiva.
Cuando el bombeo en serie está en marcha, la presión de toma aumenta por encima de los 350 kPa (50 lb/pulg ²).	El manómetro de presión de toma ofrece una lectura por encima de los 350 kPa (50 lb/pulg ²) y la presión de descarga también aumenta respectivamente.	Los cambios en el flujo de la línea de ataque provocan que la pérdida de presión por fricción disminuya y que la presión residual aumente.	No hace falta que haga nada, a menos que el aumento de la presión sea peligroso. En un bombeo en serie se prevén variaciones menores, por lo que los ajustes frecuentes no son recomendables.
Mientras el bombeo en serie está en marcha, la presión de toma aumenta peligrosamente.	El manómetro de presión de toma está por encima de los 1.050 kPa (150 lb/pulg ²) y la presión de descarga está por encima de los 1.050 kPa (200 lb/pulg ²).	Las líneas de mangueras se han cerrado sin vaciar el exceso de agua correspondiente.	Abra la descarga destapada o la línea de vaciado hasta que la presión residual de la toma vuelva a 350 kPa (50 lb/pulg ²).

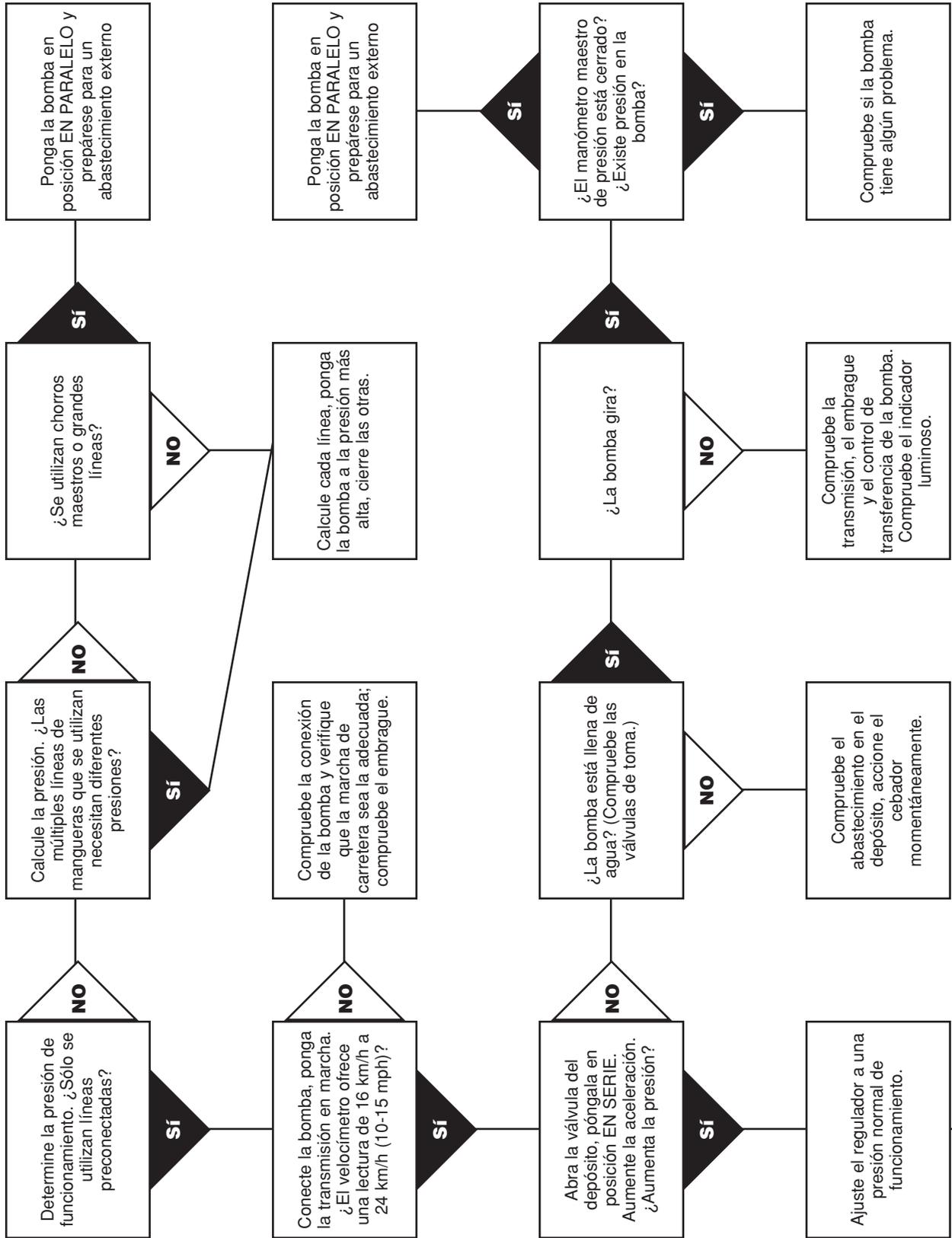
Gentileza de Bill Eckman.

DIAGRAMA 11.1
UTILIZACIÓN DE UN AUTOBOMBA DESDE EL DEPÓSITO DE UN VEHÍCULO
Paso 1: coloque el vehículo



UTILIZACIÓN DE UN AUTOBOMBA DESDE EL DEPÓSITO DE UN VEHÍCULO

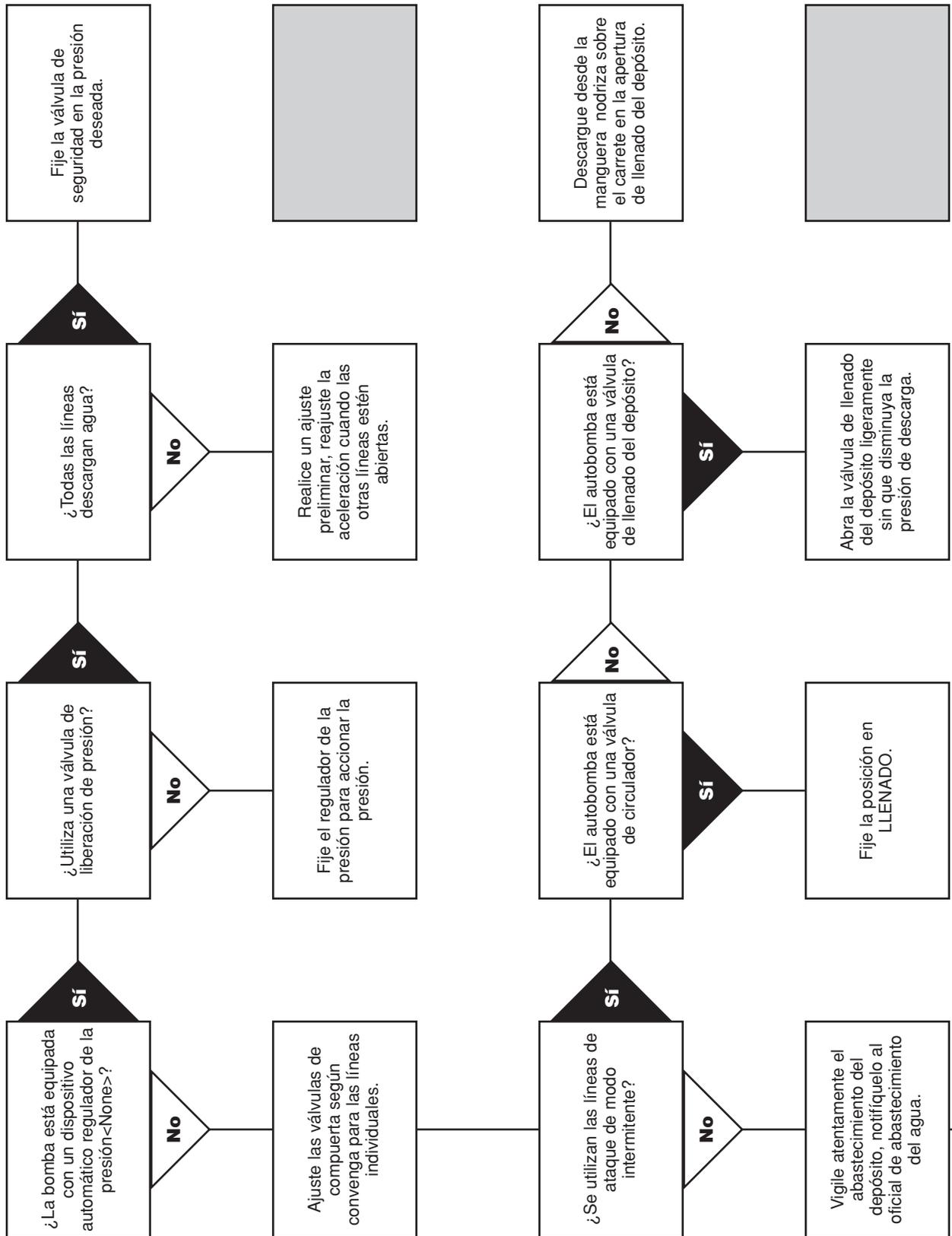
Paso 2: ponga la bomba en marcha y establezca la presión de funcionamiento



Paso 3

UTILIZACIÓN DE UN AUTOBOMBA DESDE EL DEPÓSITO DE UN VEHÍCULO

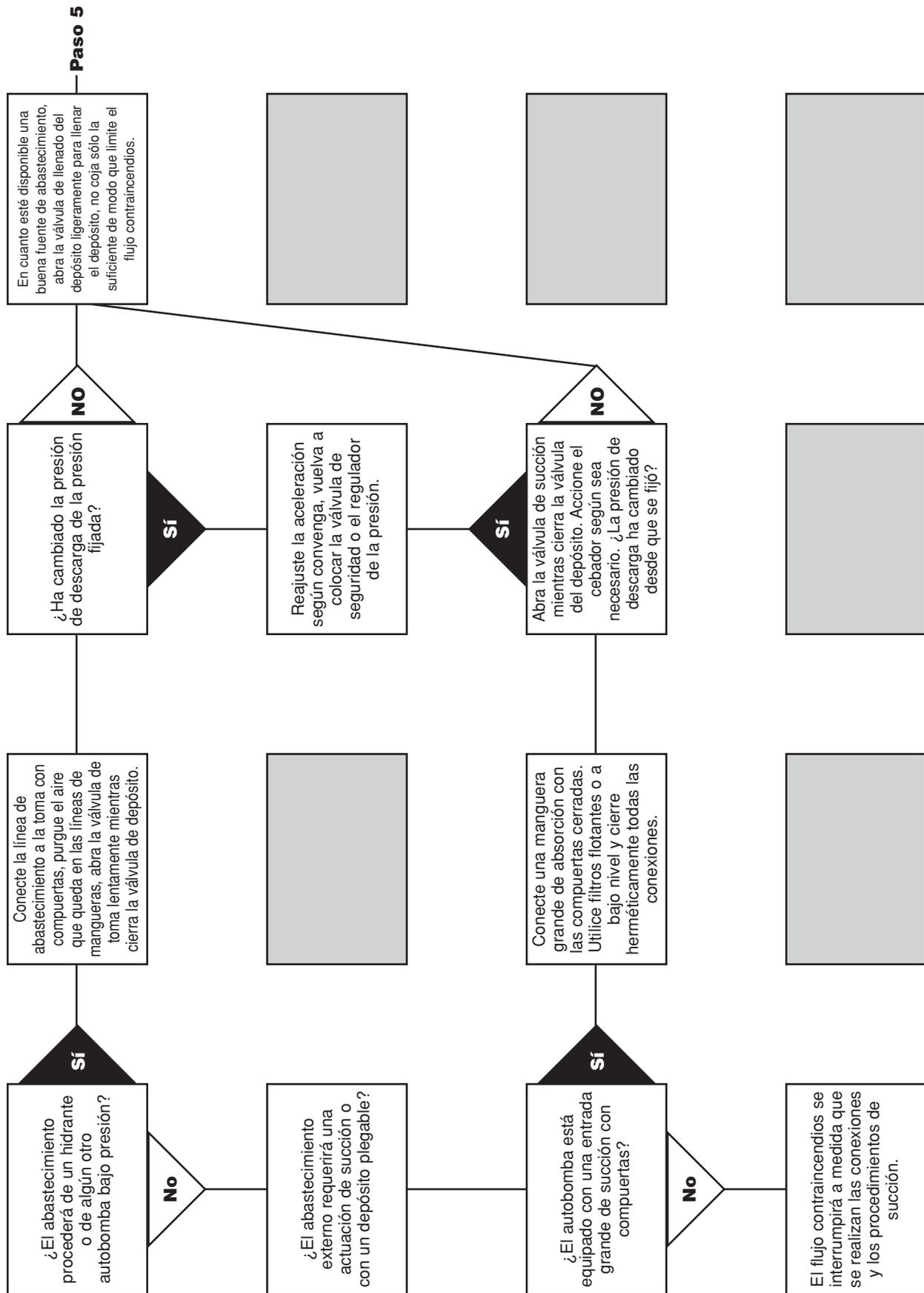
Paso 3: cómo mantener la presión de funcionamiento



Paso 4

UTILIZACIÓN DE UN AUTOBOMBA DESDE EL DEPÓSITO DE UN VEHÍCULO

Paso 4: cambio a un abastecimiento externo



UTILIZACIÓN DE UN AUTOBOMBA DESDE EL DEPÓSITO DE UN VEHÍCULO

Paso 5: cierre

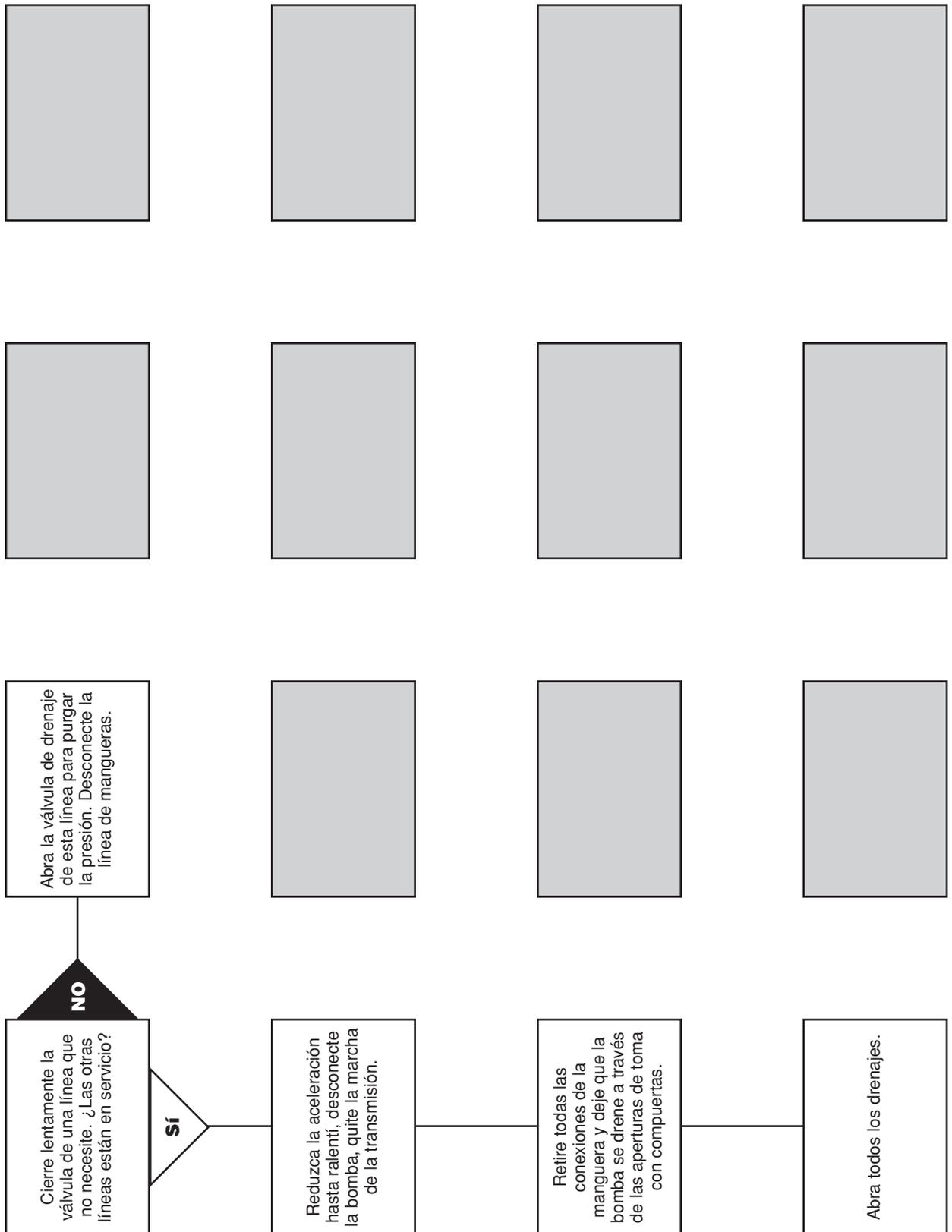
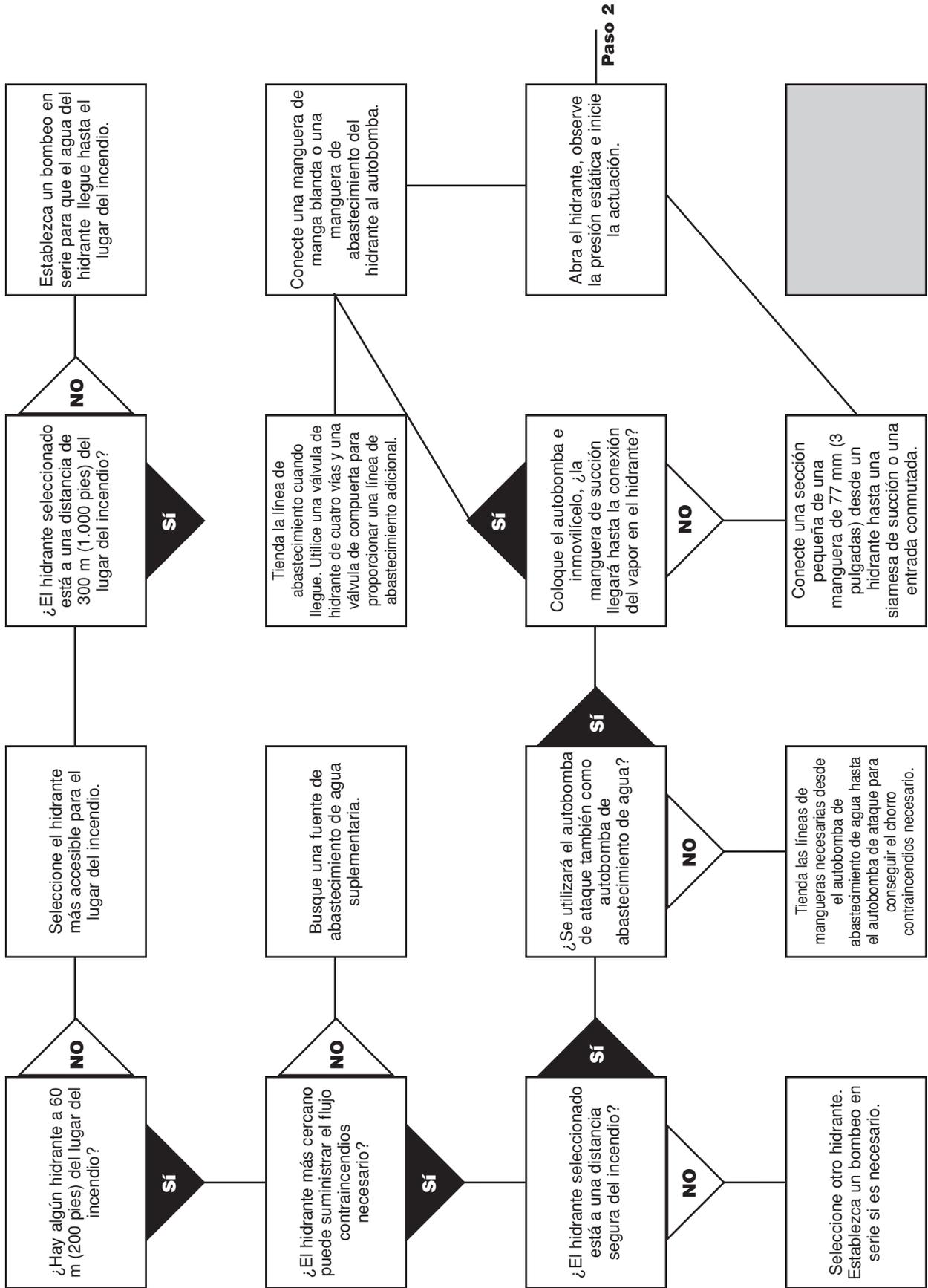


DIAGRAMA 11.2

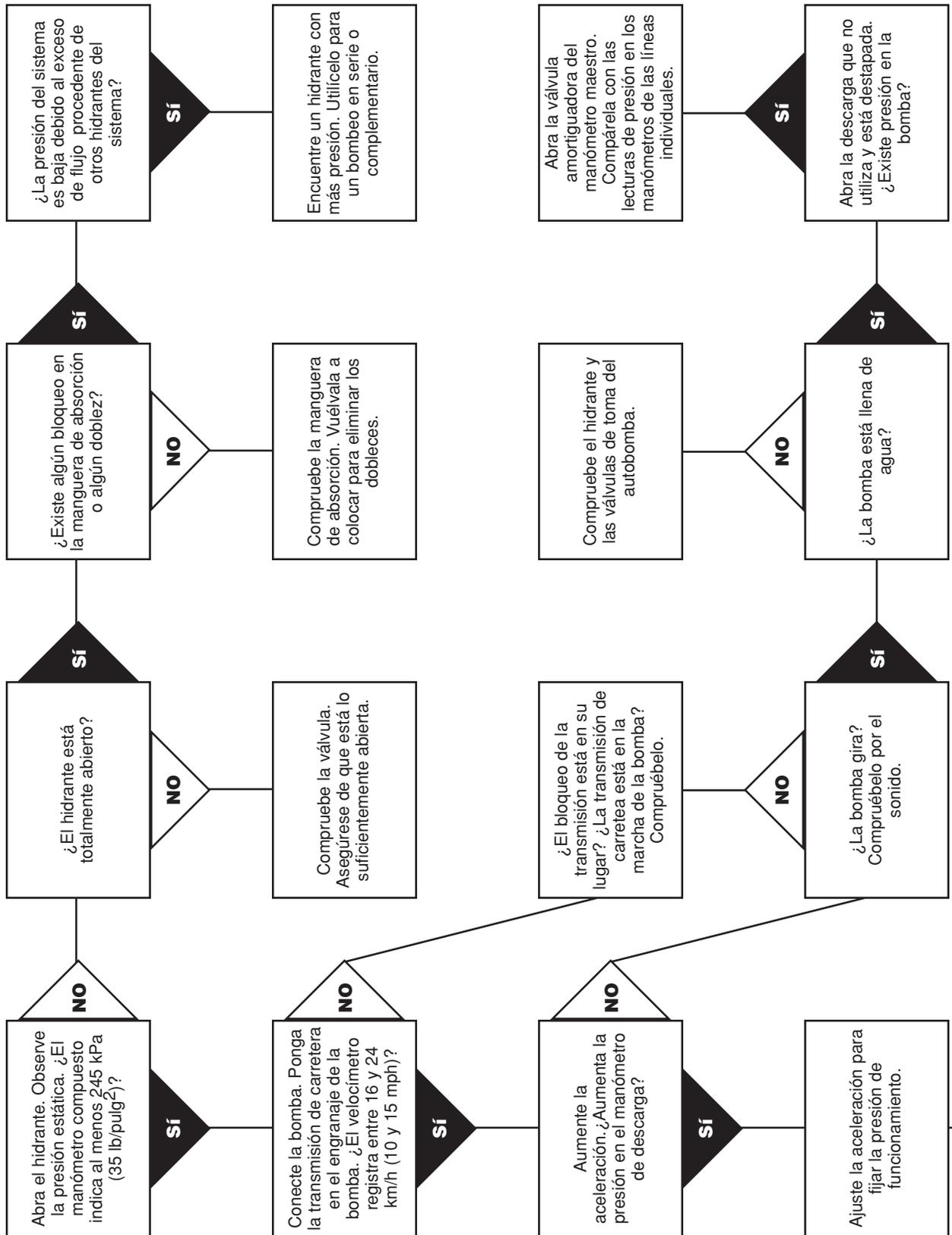
UTILIZACIÓN DESDE UN HIDRANTE

Paso 1: colocación del autobomba y conexión a un hidrante



UTILIZACIÓN DESDE UN HIDRANTE

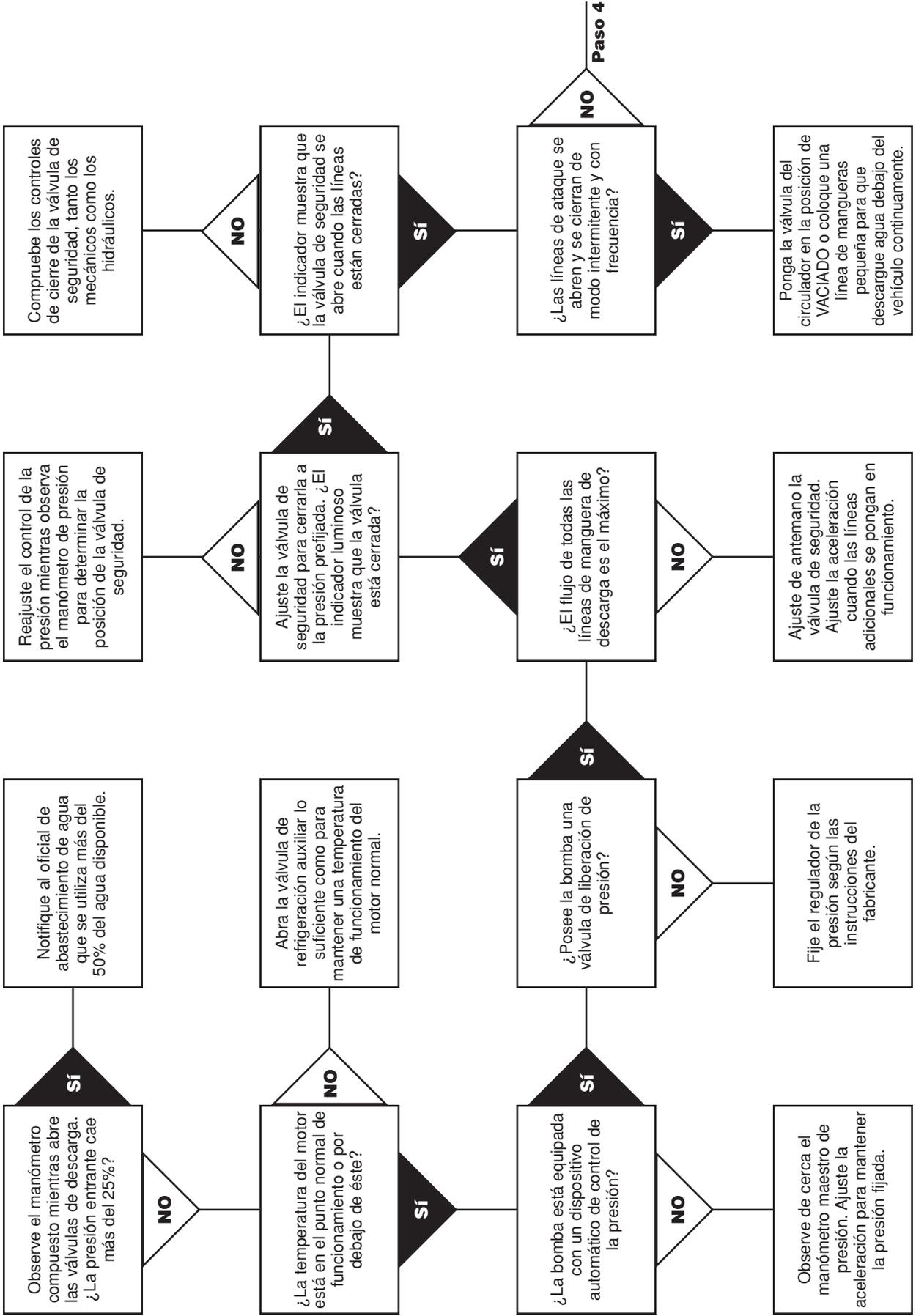
Paso 2: cómo iniciar el funcionamiento de una bomba



Paso 3

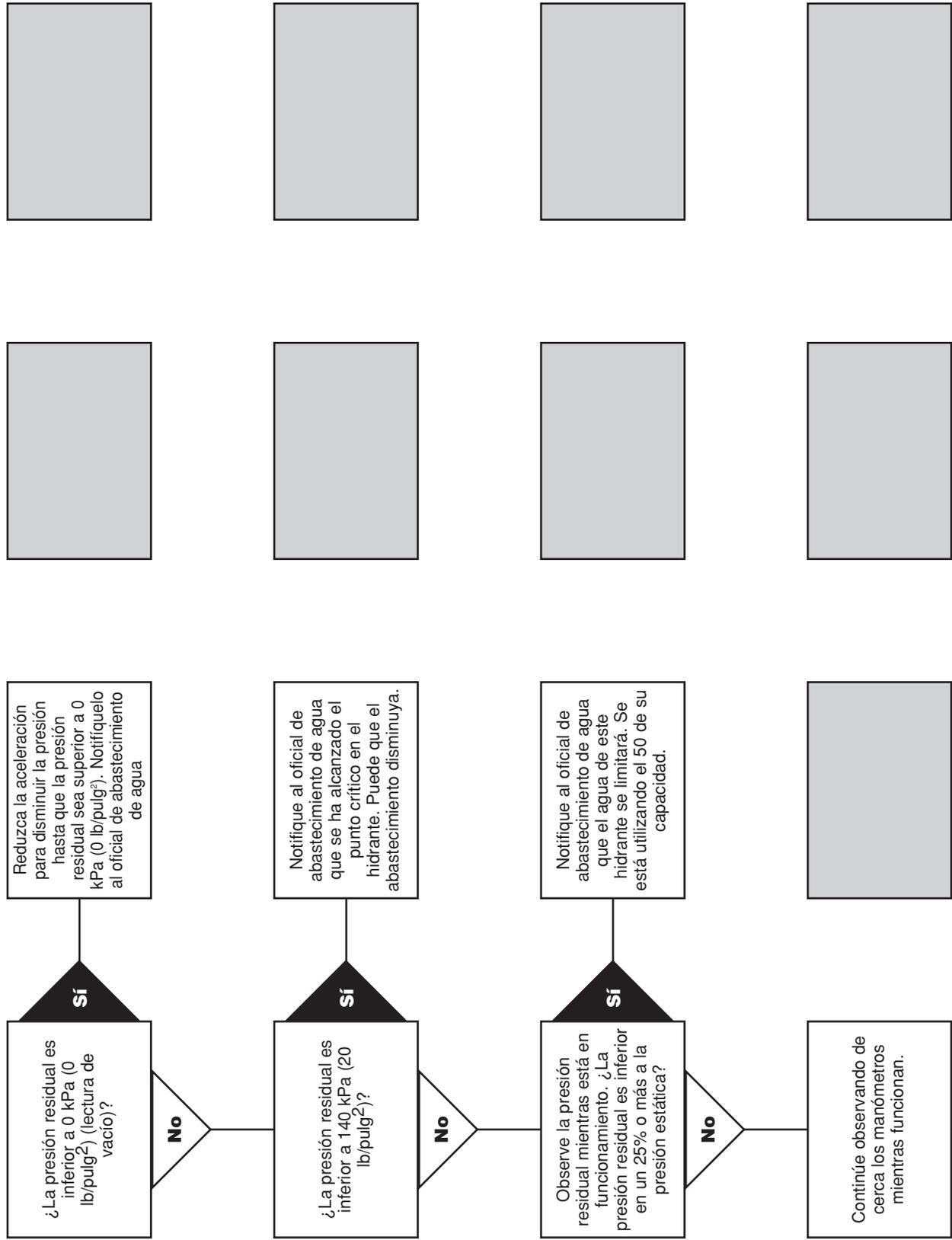
UTILIZACIÓN DESDE UN HIDRANTE

Paso 3: cómo mantener la presión de funcionamiento



UTILIZACIÓN DESDE UN HIDRANTE

Paso 4: prácticas de utilización



UTILIZACIÓN DESDE UN HIDRANTE Paso 5: cierre

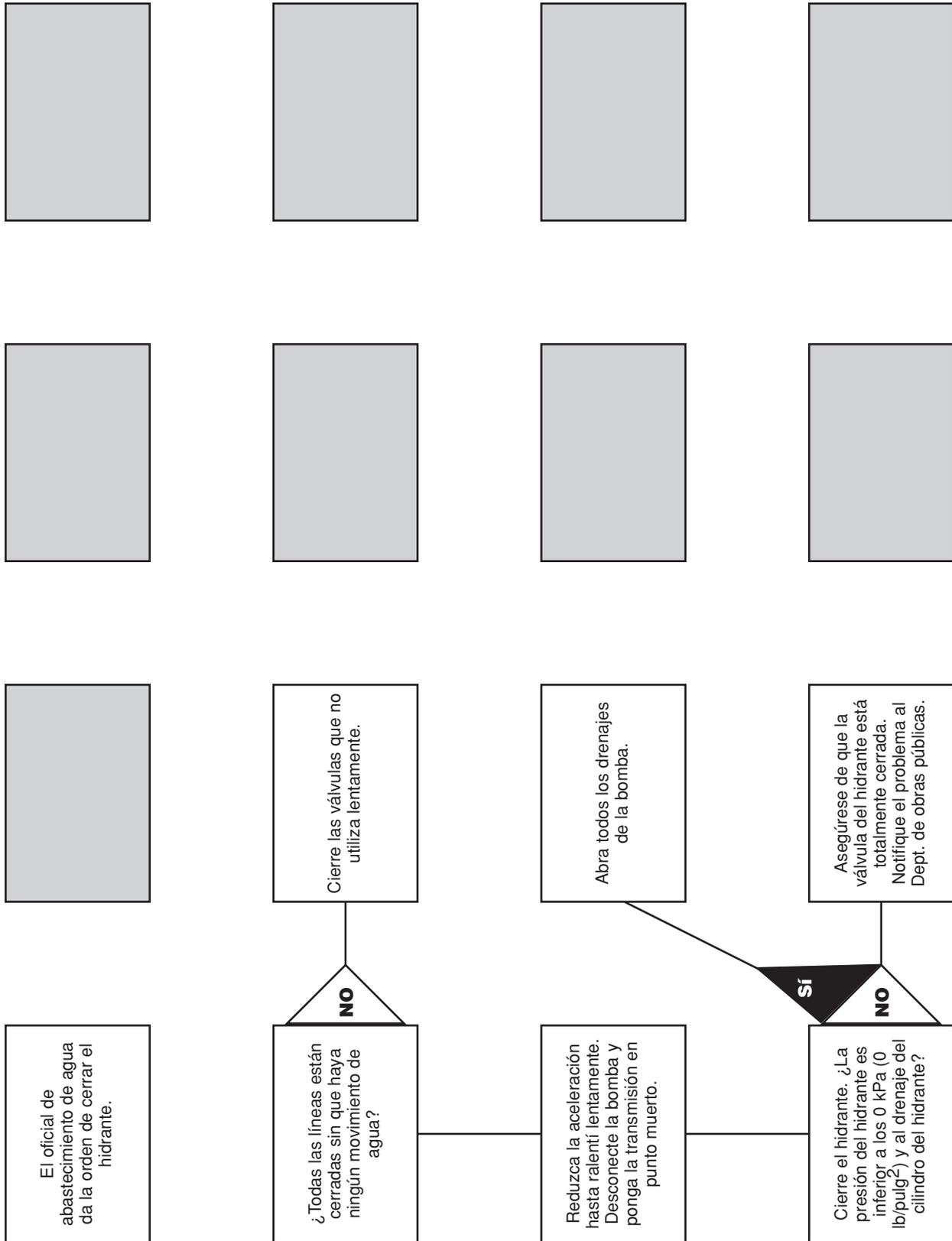
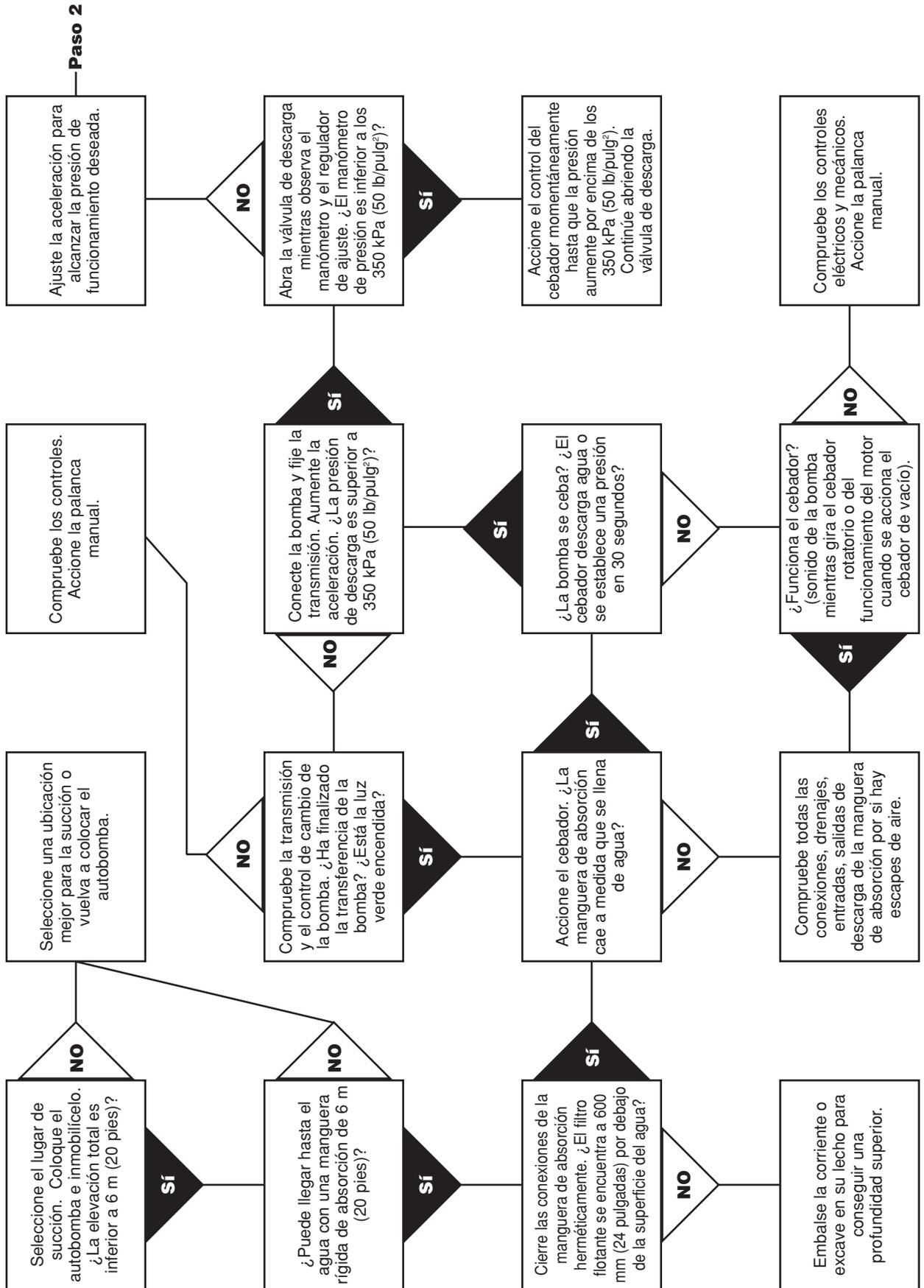


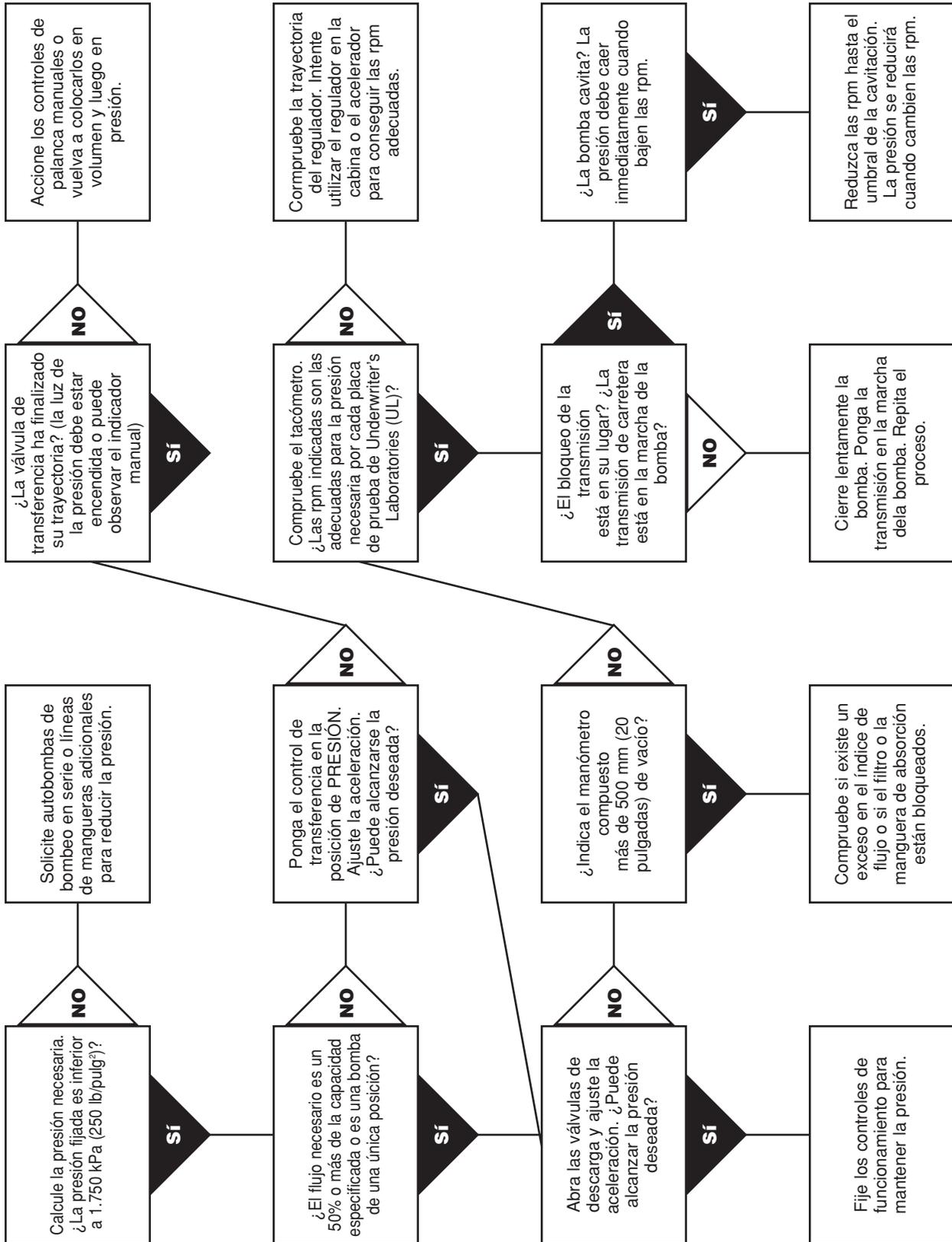
DIAGRAMA 11.3 UTILIZACIÓN DESDE LA SUCCIÓN

Paso 1: colocación, conexión y cebado del autobomba



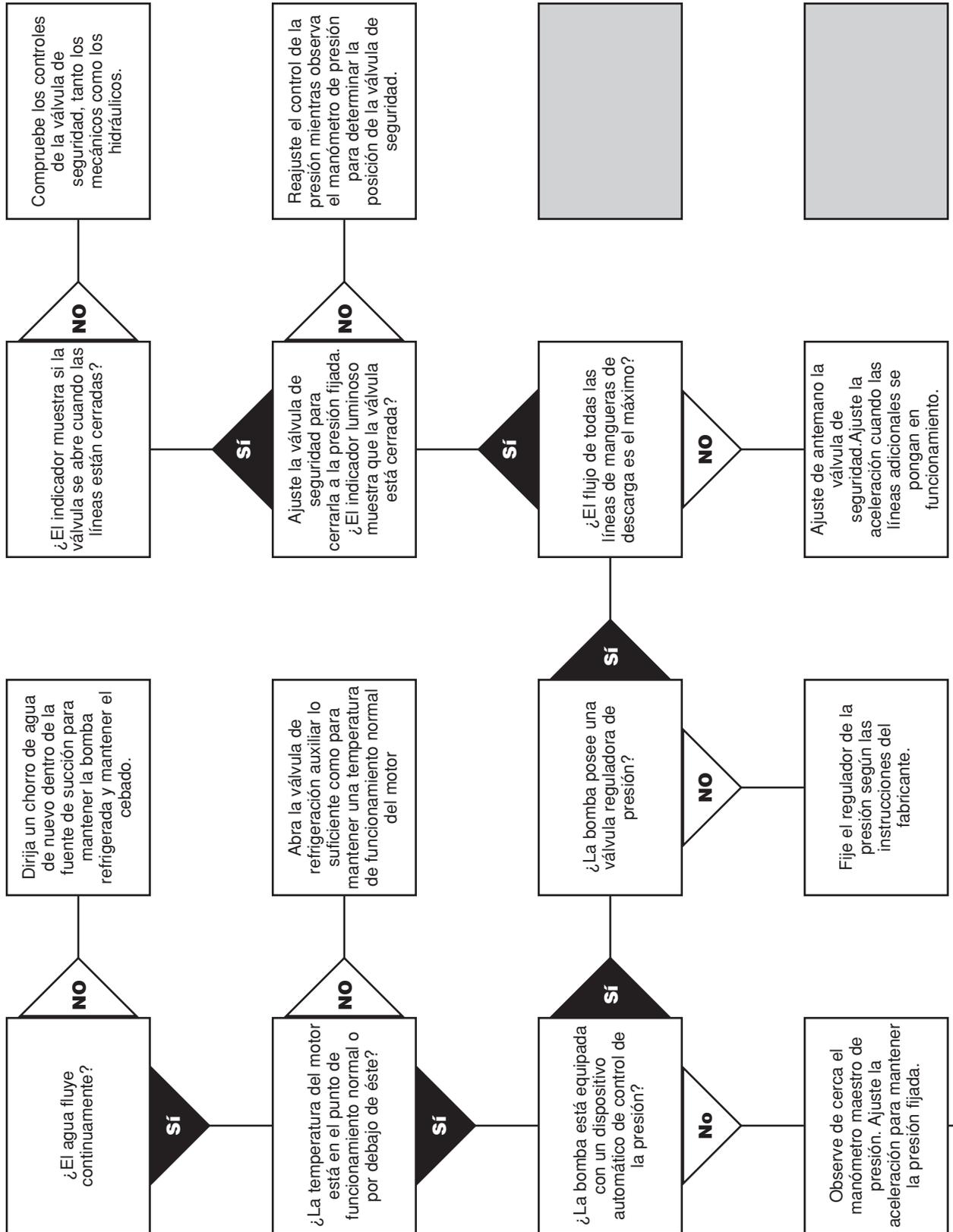
UTILIZACIÓN DESDE LA SUCCIÓN

Paso 2: cómo iniciar la utilización del autobomba



UTILIZACIÓN DESDE LA SUCCIÓN

Paso 3: cómo mantener la presión de funcionamiento



Paso 4

UTILIZACIÓN DESDE LA SUCCIÓN

Paso 4: cierre

Reduzca la aceleración hasta ralentí lentamente. Desconecte todas las conexiones de la manguera.

Quite la marcha de la bomba. Abra todos los drenajes.

Accione el cebador durante 10 segundos con la bomba vacía.

Tape todas las aperturas. Cierre todos los drenajes.



Fuentes estáticas de abastecimiento de agua

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información para que el lector pueda cumplir los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) edición de 1998. Las partes de los requisitos de rendimiento laboral tratados en este capítulo están marcadas en negrita.

3-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir los chorros manuales o maestros eficaces, de modo que la bomba se emplee de un modo seguro, se coloquen todos los dispositivos de control de presión y seguridad del vehículo, se alcance el flujo estipulado de la boquilla y se mantenga y el vehículo se controle continuamente por si tiene problemas potenciales.

- Depósito interno
- Fuente presurizada
- **Fuente estática**
- **Trasvase de un depósito interno a una fuente externa**

(a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y **fiabilidad de las fuentes estáticas**.

(b) *Habilidades requeridas:* **posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente estática de agua;** transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

3-2.2 Dadas una evolución de bombeo en relé, la longitud y el tamaño de la línea y del flujo deseado y la presión de toma; bombear una línea de abastecimiento de 65 mm (2,5 pulgadas) o mayor, de modo que se proporcionen la presión y el flujo

adecuados al siguiente autobomba en el relé.

(a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y **fiabilidad de las fuentes estáticas**.

(b) *Habilidades requeridas:* **posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente estática de agua;** transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

6-2.1* Dadas las fuentes especificadas en la siguiente lista, producir chorros contraincendios eficaces, de modo que se encienda la bomba con seguridad, se pongan a punto todos los dispositivos de control de presión y de seguridad del vehículo, se obtenga y se mantenga el flujo establecido para la boquilla y se controle en todo momento el vehículo para evitar posibles problemas.

- Cisterna de agua
- **Fuente presurizada**
- **Fuente estática**

(a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; colocación adecuada del vehículo; consideraciones de seguridad personal; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión, sistemas de refrigeración de los hidrantes y **fiabilidad de las fuentes estáticas**.

(b) *Habilidades requeridas:* **posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente estática de**

agua; colocar correctamente el vehículo para llevar a cabo el ataque al incendio; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

6-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y tamaño de la línea, el flujo de bombeo y la presión de entrada deseada, bombear una línea de abastecimiento, de modo que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

(a) *Conocimientos requeridos:* cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) Copyright© 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

En un mundo perfecto, todas las áreas bajo la protección de un cuerpo de bomberos dispondrían de un sistema municipal de abastecimiento de agua fiable. Ello permitiría que los autobombas se conectaran a un hidrante y recibieran el abastecimiento de agua necesario a la presión adecuada. Sin embargo, las áreas rurales, así como algunas áreas urbanas y suburbanas, no disponen de ese sistema y dependen de otras fuentes para conseguir suficiente agua en caso de incendio. En algunos casos, en las jurisdicciones urbanas o suburbanas existe un sistema de abastecimiento de agua, pero éste resulta insuficiente para sofocar grandes incendios. Es por ello que necesitan otras fuentes de agua. Por otra parte, los desastres naturales, como los tornados o terremotos, pueden inutilizar el sistema municipal de abastecimiento de agua, lo que también obliga los cuerpos de bomberos a utilizar fuentes alternativas.

La alternativa a los sistemas presurizados de abastecimiento de agua consiste en utilizar fuentes estáticas como lagos, ríos, el mar, cisternas, corrientes, depósitos portátiles de agua y piscinas. Todo cuerpo de bomberos debe saber cuáles son las fuentes estáticas de abastecimiento de agua que se encuentran en su jurisdicción. En el caso de las jurisdicciones rurales, puede que estas fuentes sean la principal fuente de agua para la protección contraincendios. En otras jurisdicciones, puede que se consideren abastecimientos de agua auxiliares. En cualquier caso, el conductor/operario debe saber cómo evaluar la funcionalidad y la fiabilidad de una fuente estática de abastecimiento de agua cuando la necesite para una actuación de bombeo.

fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto y con los sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y **fiabilidad de las fuentes estáticas.**

(b) *Habilidades requeridas:* **posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizar un hidrante contraincendios en una fuente estática de agua;** transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.



Figura 12.1 La *succión* es el proceso por el cual un autobomba extrae agua de una fuente estática de abastecimiento de agua.

Este capítulo trata sobre los principales aspectos para determinar la funcionalidad y la fiabilidad de las fuentes estáticas de abastecimiento de agua. Asimismo, se explica el procedimiento para determinar la presión de descarga neta de la bomba necesaria si se bombea desde una fuente estática de abastecimiento de agua.

Principios de la elevación

Tal y como se explicó en el capítulo anterior, el proceso de extraer agua de una fuente estática para abastecer a un autobomba se conoce como *succión* (véase la figura 12.1). Para evaluar la funcionalidad de las fuentes estáticas de abastecimiento de agua y poder actuar de modo eficaz desde ellas, el conductor/operario debe comprender algunos principios básicos relacionados con la altura.

Durante las actuaciones de succión, suele existir una diferencia de elevación entre la fuente estática de agua y

el centro de la bomba (la bomba suele estar en una posición superior a la de la fuente de abastecimiento del agua). Esta diferencia de elevación se denomina *altura de descarga* (véase la figura 12.2). Durante el proceso de succión, el cebador bombea el aire fuera de la manguera de toma y de la bomba contraincendios. De ese modo, se crea una diferencia de presión entre el interior de la bomba y el interior de la manguera de toma con respecto a la atmósfera. Las presiones en la bomba y en la manguera de toma serán inferiores a la presión atmosférica, lo que significa que el agua se introduce en la manguera y la bomba. Este proceso suele denominarse creación de un *vacío*. En realidad, se trata de un vacío parcial, ya que es imposible crear un vacío total en el equipo del cuerpo de bomberos.

Puesto que la presión exterior es superior a la de la manguera de toma, se consigue introducir el agua en la manguera (véase la figura 12.3). El agua sigue introduciéndose en la manguera hasta que la bomba está llena de agua o la cabeza de la manguera de toma iguala la presión negativa. La altura de la posible elevación no se ve afectada por el ángulo de la manguera de toma, pero sí por la cantidad de vacío que puede producir la bomba y por la presión atmosférica. Si el agua no se eleva al nivel de la bomba, la succión es imposible.

Altura de descarga teórica

Aunque no es posible con un autobomba contraincendios, el vacío total permitiría que la presión atmosférica empujara el agua hasta una altura de acuerdo con esta presión. En el sistema anglosajón, una bomba al nivel del mar podría, en teoría, elevar el agua a 33,8 pies (14,7 lb/pulg² x 2,3 pies por cada lb/pulg²). Esta altura de descarga teórica disminuye a medida que aumenta la altura de las actuaciones de succión. Por cada 1.000 pies, la presión atmosférica disminuye aproximadamente 0,5 lb/pulg².

En el sistema métrico, una bomba al nivel del mar podría, en teoría, elevar el agua a 10 m (100 kPa x 0,1 m/kPa). Esta altura de descarga teórica disminuye a medida que aumenta la altura de las actuaciones de succión. Por cada 100 m de altitud, la presión atmosférica disminuye aproximadamente 1 kPa.

Piense que como un vacío total es imposible en condiciones reales (de hecho es casi imposible en condiciones creadas en laboratorio), no puede esperarse que los autobombas del cuerpo de bomberos succionen el agua que se encuentra 10 m (33,8 pies) por debajo del nivel de la bomba. A parte, existen algunos conceptos más relacionados con la altura de descarga que el conductor/operario debe conocer.

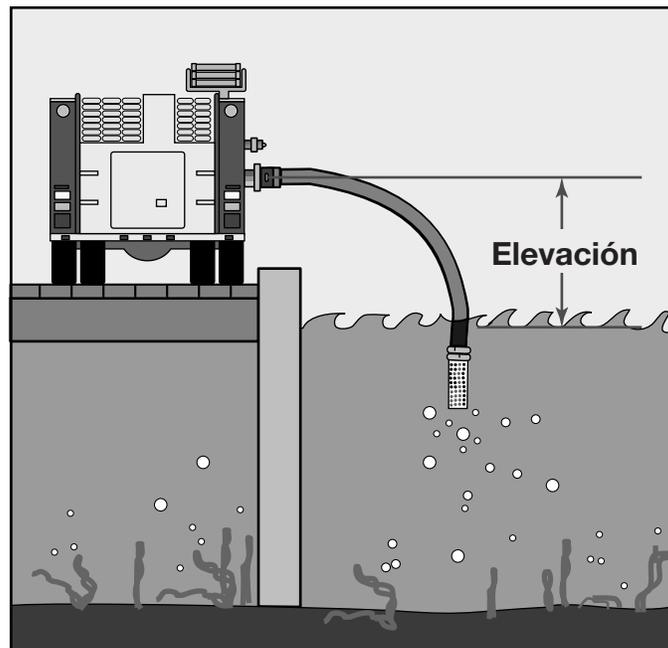


Figura 12.2 La *elevación* es la distancia entre la bomba contraincendios y la fuente del agua.

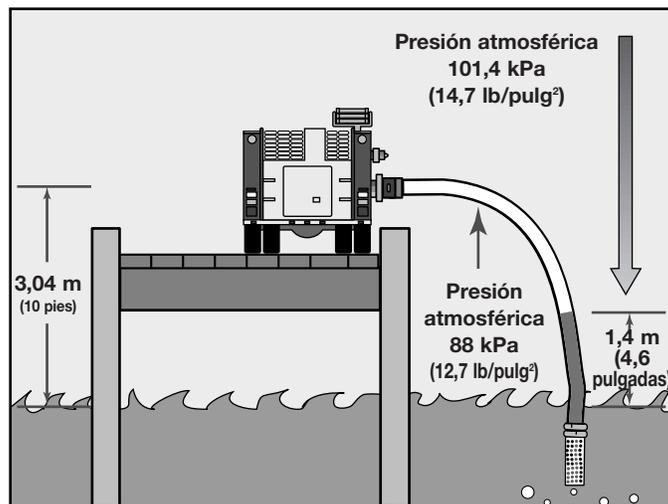


Figura 12.3 La presión atmosférica introduce el agua en la manguera de toma hasta que entra en la bomba.

Altura de descarga máxima

En la lucha contraincendios, la *altura de descarga máxima* se define como la elevación máxima que puede alcanzar una cantidad de agua a través de una manguera rígida de toma hasta la bomba. La altura de descarga máxima varía según la presión atmosférica y el estado de la bomba contraincendios y del cebador. En la mayor parte de los casos, la altura de descarga máxima no es superior a 7,5 m (25 pies) (véase la figura 12.4). Piense que a medida que se aproxima a la altura de descarga máxima, se utiliza toda la presión atmosférica disponible para superar la elevación. Como resultado, la cantidad de pérdida de presión por fricción tolerable en la manguera de toma es tan baja que el volumen de agua disponible

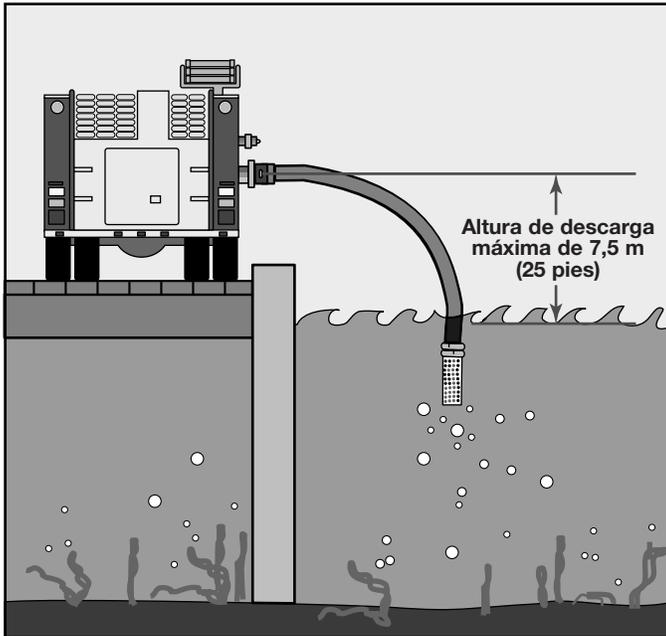


Figura 12.4 La altura de descarga máxima depende de la presión atmosférica disponible.

para la bomba contraincendios es demasiado reducido y no es funcional.

Para determinar la altura de descarga máxima que

puede alcanzar un autobomba en el sistema anglosajón, la lectura de vacío en pulgadas de mercurio (mm de mercurio) en el manómetro de toma se multiplica utilizando la siguiente fórmula:

ECUACIÓN J

$$L = 1,13 Hg$$

Donde: L = altura en pies

1,13 = constante

Hg = pulgadas de mercurio

Ejemplo 1

Determine la altura de descarga máxima a la que el agua subirá cuando la lectura del manómetro de toma sea de 14 pulgadas de mercurio.

$$L = 1,13 Hg$$

$$L = 1,13 (14)$$

$$L = 15,82 \text{ pies (altura de descarga máxima)}$$

Para determinar la altura de descarga máxima que puede alcanzar un autobomba en el sistema métrico, la lectura de vacío en mm de mercurio (pulgadas de mercurio) en el manómetro de toma se multiplica utilizando la siguiente fórmula:

Tabla 12.1a
Descarga a varias alturas

Capacidad especificada de la bomba		500 gpm		750 gpm		1.000 gpm		1.250 gpm	1.500 gpm			
		4	4,5	4,5	5	5	6	6	6	5 dual	6 dual	
Tamaño de la manguera de toma (pulgadas)												
Altura en pies	4	Manguera de toma de 20 pulg. (dos secciones)	590	660	870	945	1.160	1.345	1.435	1.735	1.990	2250
	6		560	630	830	905	1.110	1.290	1.375	1.660	1.990	2.150
	8		530	595	790	860	1.055	1.230	1.310	1.575	1.810	2.040
	10		500	560	750	820	1.000	1.170	1.250	1.500	1.720	1.935
	12		465	520	700	770	935	1.105	1.175	1.410	1.615	1.820
	14		430	480	650	720	870	1.045	1.100	1.325	1.520	1.710
	16	390	430	585	655	790	960	1.020	1.225	1.405	1.585	
	18	Manguera de toma de 30 pulg. (tres secciones)	325	370	495	560	670	835	900	1.085	1.240	1420
	20		270	310	425	480	590	725	790	955	1.110	1.270
	22		195	225	340	375	485	590	660	800	950	1.085
24	65		70	205	235	340	400	495	590	730	835	

NOTAS:

1-La presión neta de la bomba es de 150 lb/pulg². Si se utiliza a una presión inferior, la descarga aumentará; si se utiliza a una presión superior, la descarga disminuirá.

2-Los datos están basados en un autobomba que descarga la capacidad establecida cuando succiona a menos de 10 pies de altura. Puede que muchos autobombas superen esta actuación por lo que las descargas serán superiores a cualquier altura.

CONDICIONES: funcionamiento con la presión neta de bombeo a 150 lb/pulg², una altitud de 1.000 pies, la temperatura del agua de 60°F, la presión barométrica de 28,94 pulgadas de Hg (malas condiciones meteorológicas).

Tabla 12.1b
Descarga a varias alturas

Capacidad especificada de la bomba		2.000 L/min		3.000 L/min		4.000 L/min		5.000 L/min	6.000 L/min			
Tamaño de la manguera de toma (mm)		100	115	115	125	125	150	150	150	125 dual	150 dual	
Altura en metros	1,2	Manguera de toma de 6 m (dos secciones)	2.293	2.498	3.293	3.577	4.391	5.091	5.432	6.568	7.532	8517
	1,8		2.119	2.385	3.142	3.426	4.201	4.883	5.205	6.283	7.532	8.139
	2,4		2.006	2.252	2.990	3.255	3.994	4.656	4.959	5.962	6.851	7.722
	3,0		1.893	2.120	2.839	3.104	3.785	4.428	4.732	5.678	6.511	7.325
	3,7		1.760	1.968	2.650	2.915	3.539	4.183	4.449	5.337	6.113	6.889
	4,3		1.628	1.817	2.451	2.725	3.293	3.956	4.163	5.016	5.754	6.473
	4,9	1.476	1.628	2.214	2.479	2.990	3.634	3.861	4.637	5.318	6.000	
	5,5	Manguera de toma de 9 m (tres secciones)	1.230	1400	1.874	2.120	2.536	3.161	3.407	4.107	4.694	5.375
	6,1		1.022	1.173	1.608	1.817	2.233	2.744	2.990	3.615	4.202	4.807
	6,7		738	852	1.287	1.419	1.836	2.233	2.498	3.028	3.596	4.107
	7,3		246	265	776	890	1.287	1.514	1.874	2.233	2.763	3.161

NOTAS:

1-La presión neta de la bomba es de 1.000 kPa. Si se utiliza a una presión inferior, la descarga aumentará; si se utiliza a una presión superior, la descarga disminuirá.

2-Los datos están basados en un autobomba que descarga la capacidad establecida cuando succiona a menos de 3 metros de altura. Puede que muchos autobombas superen esta actuación por lo que las descargas serán superiores a cualquier altura.

CONDICIONES: funcionamiento con la presión neta de bombeo a 1.000 kPa, una altitud de 300 metros, la temperatura del agua de 15,5°C, la presión barométrica de 735 mm de Hg (malas condiciones meteorológicas).

ECUACIÓN K

$$L = (0,013\ 56)(Hg)$$

Donde: L = altura en metros

0.013 56 = constante

Hg = mm de mercurio

Ejemplo 2

Determine la altura de descarga máxima a la que el agua subirá cuando la lectura del manómetro de toma sea de 250 mm de mercurio.

$$L = (0,013\ 56)(Hg)$$

$$L = (0,013\ 56)(250)$$

$$L = 3,4 \text{ metros (altura de descarga máxima)}$$

Altura de descarga de funcionamiento seguro

Aunque es importante conocer los conceptos de elevación teórica y máxima, el conductor/operario debe estar más preocupado por la altura de descarga de funcionamiento seguro. La *altura de descarga de funcionamiento seguro* es la elevación que puede alcanzar una columna de agua con la cantidad suficiente para proporcionar un flujo contraincendios seguro. Si tenemos en cuenta la presión atmosférica y la pérdida de presión

por fricción en la manguera de toma, todas las bombas contraincendios en buen estado deben tener una altura de descarga de funcionamiento seguro de 4,5 m (14,7 pies) como mínimo. En las tablas 12.1 a y b se ofrece una lista con las descargas mínimas que puede proporcionar un autobomba que succiona a varias alturas.

Es necesario subrayar que todos los autobombas del cuerpo de bomberos tienen la capacidad de sus bombas especificada para una succión desde 3 m (10 pies) de altura, a través de una manguera rígida de toma de 6 m (20 pies) (véase la figura 12.5). Si la altura o la longitud de la manguera de toma aumentan, la capacidad de la bomba disminuirá. La bomba sólo puede descargar el 70 por ciento de su capacidad a 4,5 m (15 pies) de altura y el 60 por ciento a 6 m (20 pies) de altura.

Cómo determinar la presión neta de descarga de la bomba

La presión neta de descarga de la bomba tiene en cuenta todos los factores que contribuyen al esfuerzo total que la bomba debe realizar para producir un chorro contraincendios. Durante la succión, la presión neta de descarga de la bomba es superior a la presión que aparece en el manómetro de descarga. Esta presión es la suma de

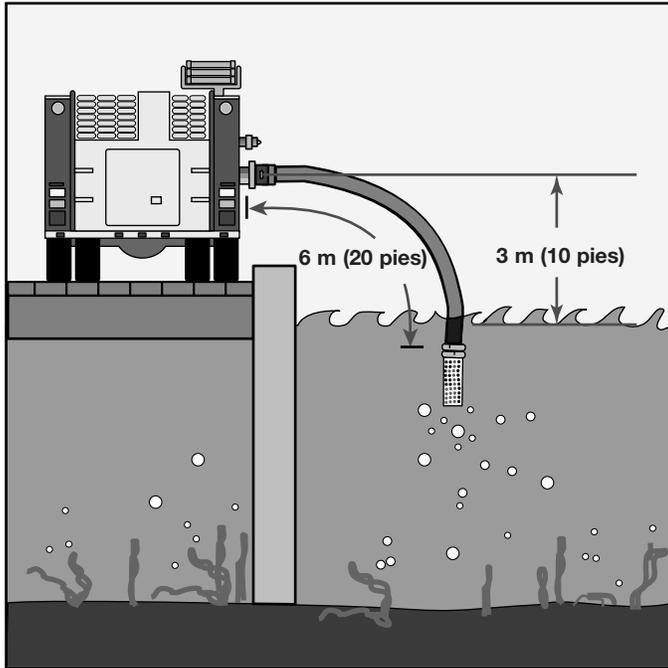


Figura 12.5 Todos los autobombas contraincendios tienen la elevación fijada en 3 m (10 pies) a través de una manguera de toma de 6 m (20 pies).

la presión de descarga de la bomba y la corrección de la presión de toma. Esta corrección debe tener en cuenta la pérdida de presión por fricción en la manguera de toma y la elevación de la altura de descarga. En las tablas 12.2 a y b se ofrecen estas variables, utilizadas en las siguientes fórmulas para calcular la corrección de la presión.

ECUACIÓN L

Corrección de la presión (sistema anglosajón) =

$$\frac{\text{altura de descarga} + \text{pérdida de presión por fricción total en la manguera de toma}}{2,3}$$

ECUACIÓN M

Corrección de la presión (sistema métrico) =

$$\frac{\text{altura de descarga} + \text{pérdida de presión por fricción total en la manguera de toma}}{0,1}$$

Después de realizar esta corrección, la presión neta de descarga de la bomba puede calcularse con la siguiente ecuación:

ECUACIÓN N

NPDP_{Succión} = PDP + corrección de la presión de toma

Donde: NPDP_{Succión} = Presión neta de descarga de la bomba en la succión

PDP = Presión de descarga de la bomba en lb/pulg² o kPa

Ejemplo 3 (sistema anglosajón)

Un autobomba de 1.000 gpm que efectúa una actuación de succión descarga agua a 120 lb/pulg². La altura de

Tabla 12.2a
Variables para la pérdida de presión por fricción en mangueras de toma

Capacidad específica del autobomba en gpm	Diámetro de la manguera de toma en pulgadas	Para 10 pies de manguera de toma	Margen (en pies) por cada 10 pies de manguera de toma adicionales
500	4	6	más 1
	4,5	3,5	más 0,5
750	4	7	más 1,5
	5	4,5	más 1
	6	4	más 0,5
1.000	4,5	12	más 2,5
	5	4,5	más 1,5
1.250	6	4	más 0,5
	5	12,5	más 2
1.500	6	6,5	más 0,5
	6	9	más 1
1.500	4,5 (doble)	7	más 1,5
1.500	5 (doble)	4,5	más 1
1.500	6 (doble)	2	más 0,5
1.750	6	12,5	más 1,5
1.750	4,5 (doble)	9,5	más 2
1.750	5 (doble)	6,5	más 1
1.750	6 (doble)	3	más 0,5
2.000	4,5 (doble)	12	más 1,5
2.000	5 (doble)	8	más 1,5
2.000	6 (doble)	4	más 0,5

NOTA: el margen calculado arriba para la prueba de capacidad debe reducirse en 1lb/pulg² para el margen de la prueba de 200 lb/pulg² y en 2 lb/pulg² para el margen de la prueba de 250 lb/pulg².

descarga necesaria es de 9 pies a través de una manguera de toma de 5 pulgadas con una longitud de 20 pies. Calcule la presión neta de descarga de la bomba.

Corrección de la presión =

$$\frac{\text{altura de descarga} + \text{pérdida de presión por fricción total en la manguera de toma}}{2,3}$$

$$\text{Corrección de la presión} = \frac{9 + (4,5 + 1,5)}{2,3}$$

$$\text{Corrección de la presión} = \frac{15}{2,3}$$

Corrección de la presión de toma = 6,5 lb/pulg²

$$\begin{aligned} \text{NPDP}_{\text{Succión}} &= \text{NPDP}_{\text{Succión}} = \text{PDP} + \text{corrección de la presión de toma} \\ &= 120 \text{ lb/pulg}^2 + 6,5 \text{ lb/pulg}^2 \\ &= \mathbf{126,5 \text{ lb/pulg}^2 \text{ de presión neta de}} \\ &\quad \mathbf{\text{descarga de la bomba en la succión}} \end{aligned}$$

Tabla 12.2b
Variables para la pérdida de presión por fricción en mangueras de toma

Capacidad específica del autobomba en L/min	Diámetro de la manguera de toma en mm	Para 3 m de la manguera de toma	Margen (en pies) por cada 3 m de manguera de toma adicionales
2.000	100	1,8	más 0,3
	115	1,1	más 0,15
3.000	115	2,1	más 0,45
	125	1,4	más 0,3
4.000	115	3,7	más 0,75
	125	2,4	más 0,45
	150	1,2	más 0,15
5.000	125	3,8	más 0,61
	150	2	más 0,15
6.000	150	2,7	más 0,3
	115 (doble)	2,1	más 0,45
	125	1,4	más 0,3
	150	0,6	más 0,15
7.000	6	3,8	más 0,45
	115 (doble)	2,9	más 0,61
	125	2	más 0,3
	150	0,9	más 0,15
8.000	115	3,7	más 0,75
	125	2,4	más 0,45
	150	1,2	más 0,15

NOTA: el margen calculado arriba para la prueba de capacidad debe reducirse en 7 kPa para el margen de la prueba de 1.350 kPa y en 14 kPa para el margen de la prueba de 1.700 kPa.

Ejemplo 4 (sistema métrico)

Un autobomba de 4.000 L/min efectúa una actuación de succión descarga agua a 830 kPa. La altura de descarga necesaria es de 3 m a través de una manguera de toma de 125 mm y con una longitud de 6 m. Calcule la presión neta de descarga de la bomba.

Corrección de la presión =

$$\frac{\text{altura de descarga} + \text{pérdida de presión por fricción total en la manguera de toma}}{0,1}$$

$$\text{Corrección de la presión} = \frac{3 + (2,4 + 0,45)}{0,1}$$

$$\text{Corrección de la presión} = \frac{5,85}{0,1}$$

Corrección de la presión de toma = 58,5 kPa

$$\text{NPDP}_{\text{Succión}} = \text{NPDP}_{\text{Succión}} = \text{PDP} + \text{corrección de la presión de toma}$$

$$= 830 \text{ kPa} + 58,5 \text{ kPa}$$

$$= 888,5 \text{ kPa de presión neta de descarga de la bomba en la succión}$$



Figura 12.6a Un lago grande es una fuente de abastecimiento fiable.



Figura 12.6b La mayoría de ríos grandes, si son accesibles, también son buenas fuentes de agua.

Fuentes estáticas naturales de abastecimiento de agua

Existen dos tipos principales de fuentes estáticas de abastecimiento de agua que los bomberos pueden utilizar para la succión: las naturales y las artificiales. En los siguientes párrafos se examinan las fuentes estáticas naturales de abastecimiento de agua.

Las fuentes estáticas naturales de abastecimiento de agua son los lagos, los estanques, las corrientes, los ríos y el mar (véanse las figuras 12.6 a y b). El conductor/operario debe conocer todas las fuentes potenciales de succión que se encuentran en su jurisdicción. Es necesario identificar estas fuentes durante las planificaciones de prevención de incidentes, así como anotar las rutas de acceso y los lugares de succión. De este modo, se elimina la necesidad de “adivinar” dónde puede haber una fuente fiable de abastecimiento de agua en una situación de emergencia. Cuando se evalúa una fuente estática natural de abastecimiento de agua, hay que considerar principalmente dos factores: la adecuación y la accesibilidad.



Figura 12.7a Puede que los estanques pequeños suministren el agua necesaria para algunas actuaciones contraincendios.



Figura 12.7b Las corrientes pequeñas pueden proporcionar el agua para la succión si la profundidad es adecuada y el flujo es lo bastante rápido.

Adecuación de una fuente estática natural de abastecimiento de agua

La adecuación de las fuentes estáticas naturales de abastecimiento de agua, como los grandes ríos, los lagos y el mar, no suele representar un problema. Aunque los períodos de sequía pueden hacer que los niveles de agua de los lagos y los ríos desciendan y que las mareas retrocedan (lo que crea más de un problema de accesibilidad), estas fuentes de abastecimiento de agua suelen proporcionar un abastecimiento ilimitado desde el punto de vista de la protección contraincendios.

A pesar de ello, el personal del cuerpo de bomberos debe evaluar las pequeñas corrientes y estanques con más precaución para determinar su adecuación para la lucha contraincendios (véanse las figuras 12.7 a y b). Si se desplaza un vehículo contraincendios a una fuente estática de abastecimiento de agua que resulta insuficiente para suministrar el flujo necesario, pueden ocasionarse graves problemas tácticos. El conductor/operario también debe tener presente que las fuentes estáticas más pequeñas son más propensas a fluctuaciones de adecuación durante los períodos de sequía que las fuentes más grandes. En otras

palabras, mientras que un gran río puede proporcionar un abastecimiento adecuado durante un período de sequía, una corriente pequeña puede descender por debajo del nivel de utilidad. Por ello, el conductor/operario debe conocer siempre las condiciones reales de esas fuentes.

La adecuación de una corriente pequeña puede evaluarse mediante la siguiente fórmula:

ECUACIÓN O

$$Q \text{ (sistema anglosajón)} = A \times V \times 7,5$$

Donde Q = flujo en gpm

A = Área en p² (anchura x profundidad)

V = Velocidad en p/min

7,5 = una constante (número de galones por p³)

Ejemplo 5

Evalúe la adecuación de una corriente pequeña que tiene 10 pies de ancho, una profundidad media de 2 pies y un flujo de 15 pies por minuto.

$$Q = A \times V \times 7,5$$

$$Q = (10 \times 2)(15)(7,5)$$

$$Q = (20)(15)(7,5)$$

$$Q = 2.250 \text{ gpm}$$

ECUACIÓN P

$$Q \text{ (sistema métrico)} = A \times V \times 1.000$$

Donde Q = flujo en L/min

A = Área en m² (anchura x profundidad)

V = Velocidad en m/min

1.000 = una constante (número de litros por m³)

Ejemplo 6

Evalúe la adecuación de una corriente pequeña que tiene 3 metros de ancho, una profundidad media de 0,6 metros y un flujo de 4,5 metros por minuto.

$$Q = A \times V \times 1.000$$

$$Q = (3 \times 0,6)(4,5)(1.000)$$

$$Q = (1,8)(4,5)(1.000)$$

$$Q = 8.100 \text{ L/min}$$

Para evaluar de un modo eficaz la adecuación de un estanque o un lago pequeño, el conductor/operario debe tener una idea aproximada del área de la superficie y de la profundidad del agua. Por regla general, en los estanques y lagos pequeños se considera que cada 0,3 m (1 pie) de profundidad por un área de 0,4 ha (1 acre) (aproximadamente el tamaño de un campo de fútbol) proporciona 4.000 L/min (1.000 gpm) durante 5 horas (véase la figura 12.8).

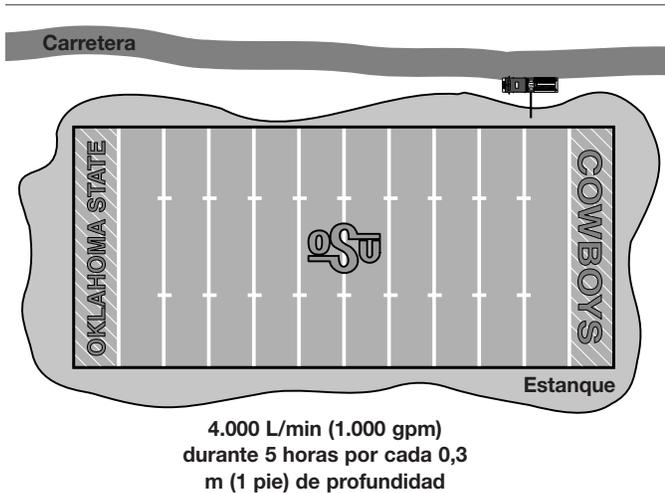


Figura 12.8 Un área aproximadamente del tamaño de un campo de fútbol y con una profundidad de 0,3 m (1 pie) proporciona 4.000 L/min (1.000 gpm) durante 5 horas.

Accesibilidad de una fuente estática natural de abastecimiento de agua

El segundo factor más importante al utilizar una fuente estática de abastecimiento de agua es la capacidad del vehículo contraincendios para aproximarse lo suficiente y realizar una succión eficaz. El conductor/operario debe ser consciente de los varios tipos de problemas relacionados con la accesibilidad a la fuente de agua y las soluciones para cada uno de ellos. Los problemas más habituales son los siguientes:

- Incapacidad para llegar hasta el agua con el autobomba
- Suelo húmedo o resbaladizo
- Profundidad inadecuada para la succión
- Sedimento y escombros
- Tiempo frío

Incapacidad para llegar hasta el agua con el autobomba

A menudo, suelen encontrarse zonas en las que los autobombas no pueden llegar hasta el agua debido al tipo de terreno. Entre los problemas que se encuentran están:

- Puentes demasiado separados de la superficie del agua (véase la figura 12.9)
- Puentes que no soportan el peso del vehículo contraincendios
- Una orilla demasiado alta (véase la figura 12.10)
- Un terreno que no permite que el vehículo se acerque lo suficiente para llegar hasta el agua con las mangueras de toma

Los cuerpos de bomberos pueden evitar estos problemas utilizando las instalaciones públicas para la botadura de barcos, construyendo caminos de grava, instalando hidrantes para fuentes estáticas de agua o

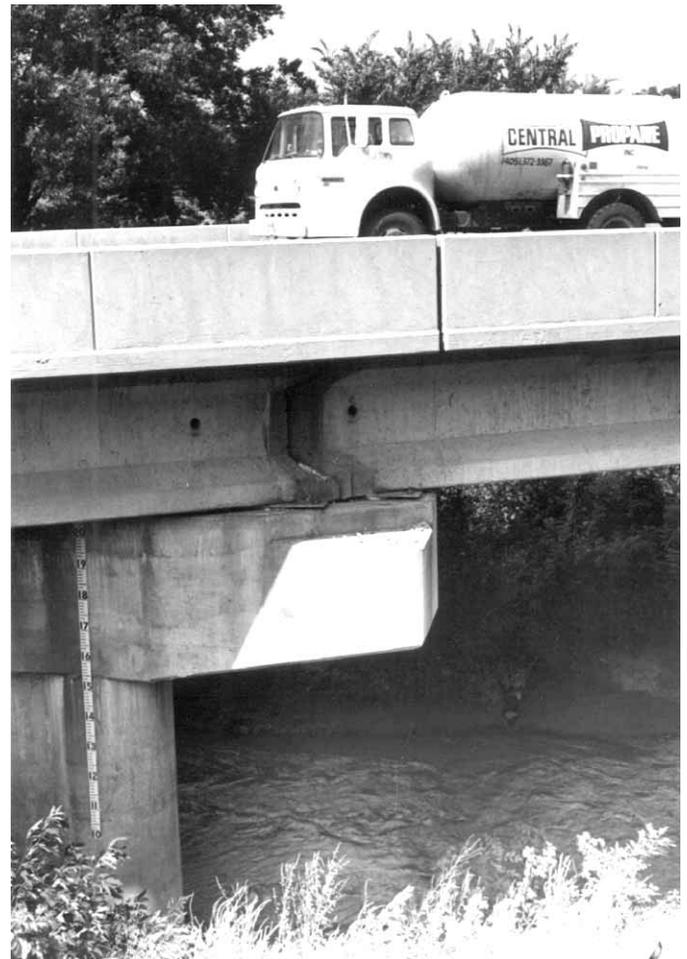


Figura 12.9 Es evidente que este puente está demasiado alejado de la superficie del agua como para realizar una succión. Observe el indicador de profundidad del caudal en la viga del puente.



Figura 12.10 La profundidad de succión en la imagen sería inadecuada. Sin embargo, si el autobomba estuviera situado algunos centenares de metros (pies) por debajo del puente, la succión sería posible.

eliminando los escombros en los puntos de succión que más se utilicen (véase la figura 12.11). Las ubicaciones de succión adecuadas deben incluirse en los planes de prevención de incidentes. Los puentes que los vehículos van a utilizar y desde los que se puede llegar hasta el agua con mangueras de toma deben anotarse especialmente.



Figura 12.11 Las rampas para embarcaciones son excelentes lugares para la succión.



Figura 12.12 En algunos casos, puede que sea necesario utilizar bombas portátiles para bombear el agua de fuentes estáticas que de lo contrario serían inaccesibles.



Figura 12.13 Es necesario que el terreno donde se sitúe el vehículo para realizar la succión sea seguro. Este lugar puede que sea seguro si el tiempo es seco, pero podría ser un problema si el terreno está húmedo.

Si la fuente inaccesible de abastecimiento de agua es *la única que existe*, puede que sea necesario utilizar bombas portátiles para succionar el agua. Puede que éste sea el único modo para suministrar agua a un autobomba cercano que, a su vez, abastecerá una actuación de bombeo en serie o llenará un depósito portátil de agua (véase la figura 12.12).

Aproximaciones a tierra húmeda o resbaladiza

Las condiciones meteorológicas también pueden limitar el acceso a las fuentes estáticas de agua. Las aproximaciones a tierra húmeda pueden plantear algunos problemas a los cuerpos de bomberos. Los vehículos pueden quedar atrapados, por lo que no podrían llegar hasta la fuente de agua (véase la figura 12.13). La hierba y vegetación pueden esconder zonas resbaladizas en el suelo. Puede que por algunos lugares se pueda circular con el vehículo, pero si éste se detiene allí demasiado tiempo quedará atrapado. Si eso ocurre, habrá que llamar a más personal y a una grúa para remolcar el vehículo.

El conductor/operario que trabaje en una zona de clima frío debe recordar que aunque primero haya podido circular con el vehículo por un terreno congelado con seguridad, es posible que después el hielo se derrita y el vehículo se hunda. Dos de las causas que suelen provocar que el hielo se derrita son el calor desprendido por el tubo de escape del vehículo y el agua caliente procedente del depósito del vehículo que cae al suelo. Si el vehículo se encuentra en la posición adecuada y puede bombear agua, hay que continuar esta actuación hasta que ya no haga falta más agua, aunque el vehículo empiece a hundirse. Cuando ya no se necesite más agua, pueden hacerse los preparativos para sacar el vehículo.

Incluso en condiciones climatológicas favorables, puede que el terreno alrededor de la fuente de abastecimiento de agua sea demasiado débil para soportar el peso del vehículo. Ejemplos de este tipo de terreno pueden ser las zonas pantanosas o muy arenosas. El conductor/operario debe conocer bien las condiciones normales del suelo en su jurisdicción.

Profundidad de succión inadecuada

La profundidad del agua necesaria para realizar una succión es un elemento muy importante. Por regla general, para obtener una profundidad de succión adecuada suele dejarse 0,5 m (2 pies) de agua por encima y por debajo del filtro de cilindro, aunque profundidades inferiores también han resultado eficaces. Si el agua no tiene la profundidad suficiente para la succión con un filtro de cilindro, pueden utilizarse filtros especiales flotantes de nivel bajo. Esos filtros se suelen utilizar con más frecuencia para depósitos portátiles de agua y pueden extraer agua de profundidades de 25 mm a 50 mm (1-2 pulgadas). Los filtros flotantes también permiten succionar aguas poco profundas, de 0,3 m (1 pie).

En las corrientes pequeñas con un flujo de agua rápido, pero con una profundidad de succión mínima inadecuada, se puede emplear una escala y una cobertura de salvamento para embalsar la corriente y subir el nivel

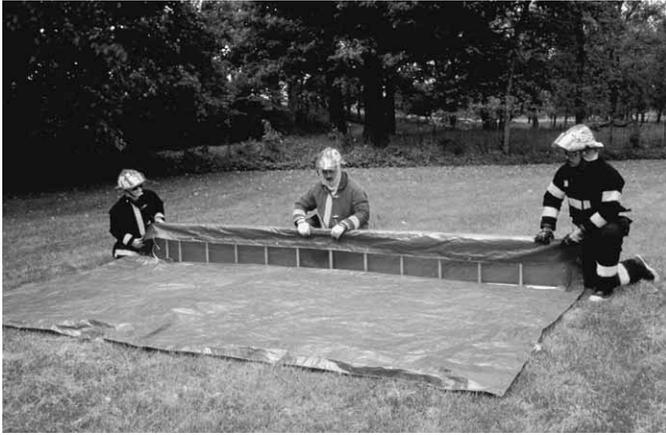


Figura 12.14 Coloque la escala en la lona.

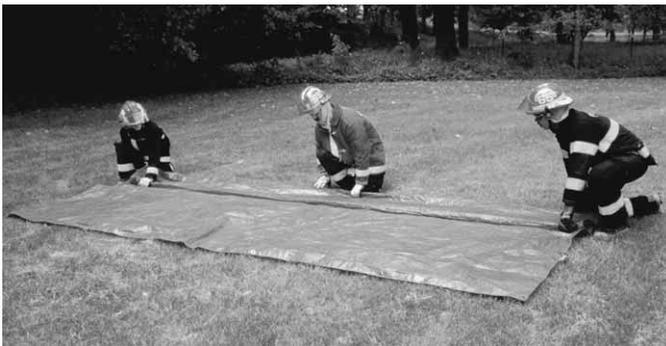


Figura 12.15 Enrolle la escala en la lona.

del agua para que pueda succionarse. Utilice el siguiente procedimiento para construir el embalse:

- Paso 1. Coloque una cobertura de salvamento sobre el suelo. Ponga la escala en uno de los lados longitudinales (véase la figura 12.14).
- Paso 2. Enrolle la escala en la cobertura. Deje 1,2 m (4 pies) de cobertura suelta para formar una solapa (véase la figura 12.15).
- Paso 3. Ponga la escala y el ensamblaje de la cobertura a lo largo de la corriente, preferiblemente en algún punto donde el fondo esté nivelado (véase la figura 12.16).
- Paso 4. Tense la solapa corriente arriba y fíjela con piedras o con barras rectas clavadas a través de los ojales (véase la figura 12.17).

A veces es necesario plegar los extremos para evitar escapes graves. Puede que sea necesario colocar algún soporte en el medio de la escala para que el incremento de agua no la doble (véase la figura 12.18). Si ocurre, puede que no haya una bolsa de agua lo bastante profunda para que un autobomba la succione, pero puede que una bomba portátil sí pueda succionarla. En ese caso, esta pequeña cantidad de agua es mejor que nada.



Figura 12.16 Coloque la escala y la lona en la corriente.



Figura 12.17 Puede que sea necesario sujetar la solapa de la lona con piedras.

Sedimentos y escombros

Las fuentes estáticas de abastecimiento de agua con sedimentos y con escombros presentan una serie de problemas de actuación:

- Atascos en el filtro, lo que provoca una reducción del agua entrante
- Obstrucción o daños en las bombas contraincendios
- Atascos en las boquillas de chorro nebulizador

Todas las líneas de toma rígidas deben llevar filtros cuando se utilizan para succionar agua de fuentes naturales. La manguera de toma debe colocarse y apoyarse de modo que el filtro no descansa sobre el fondo de la fuente o cerca de éste. Para ello, se puede emplear una escala simple o una escala de ganchos. Se pasa la manguera de toma unida a un filtro a través de los dos peldaños del fondo o a través del segundo y el tercer peldaño del fondo dependiendo de lo escarpado de la orilla (véase la figura 12.19). Este procedimiento mantiene el filtro en posición horizontal y lo aleja del fondo.



Figura 12.18 Si el agua hace que la escala se curve, coloque algún tipo de soporte detrás del punto medio de la escala.



Figura 12.19 El filtro puede mantenerse en el fondo si se pasa el filtro entre dos peldaños de la escala.



Figura 12.20 Los hidrantes para fuentes estáticas de agua aceleran las actuaciones de succión.

Un método preferible para evitar los sedimentos y escombros consiste en instalar un hidrante para fuentes estáticas de agua (véase la figura 12.20). Estos hidrantes permiten acceder fácilmente a las fuentes naturales más rápidamente que si se realizara una actuación normal de succión. De ese modo, también se evitan los problemas que supone la aproximación a superficies húmedas y, si está bien instalado, los sedimentos y escombros. La instalación adecuada de los hidrantes para fuentes estáticas de agua se explicó en el capítulo 5.

Después de cualquier actuación en la que el agua salada o sucia haya entrado en la bomba, es necesario limpiarla con agua limpia, independientemente del método de toma. Así se previene la corrosión de la bomba y sus componentes. Asimismo, se garantiza la eliminación de todos los escombros que puedan atascar las tuberías, los filtros, las válvulas de seguridad o las boquillas.

Climas fríos

Un problema muy importante en numerosas jurisdicciones es que el frío del invierno puede bloquear la mayoría de abastecimientos estáticos debido a la congelación. Es probable que sea difícil acceder a la fuente si la superficie queda congelada o puede que los estanques y lagos de poca profundidad se congelen totalmente y queden inutilizables. A lo largo de los años, se han utilizado muchos métodos para intentar acceder a estanques y lagos congelados. Algunos de ellos son los siguientes:

- Flotación de cilindros llenos de solución anticongelante sobre la superficie del agua antes de que se congele. En caso de que haya que succionar la fuente, destapando la parte superior y la inferior del cilindro se obtendrá un acceso para la manguera de toma y para el filtro.
- Colocación de cubiertas de madera o cubos de plástico para la basura en algún lugar fijo de modo que pueda atravesarse el hielo si es necesario succionar.

Ambas actuaciones requieren que el cuerpo de bomberos tenga colocados estos dispositivos antes de que la fuente se congele. Asimismo, en Estados Unidos, estos dispositivos están regulados por las leyes medioambientales estatales o locales que pueden prohibir su uso.

En los casos en que no se haya previsto el acceso rápido a través del hielo, puede que sea necesario hacer un agujero para la manguera de toma y para el filtro. Las herramientas tradicionales para cortar el hielo son el hacha, la sierra eléctrica y el barreno mecánico (véase la figura 12.21). Sea cual sea la que utilicen, los bomberos deben extremar las precauciones cuando empleen estas

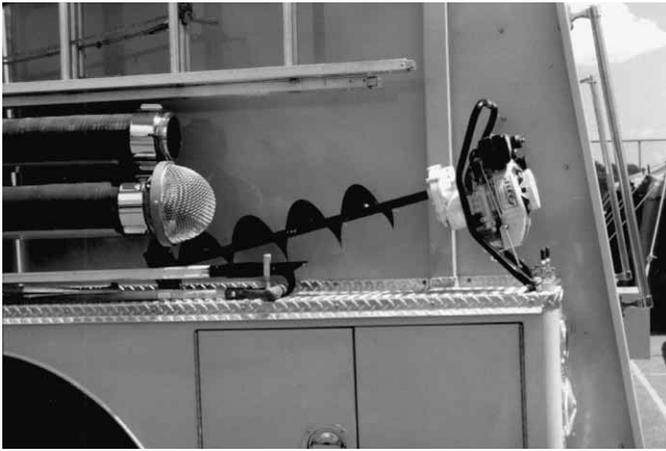


Figura 12.21 Los barrenos mecánicos pueden transportarse en el vehículo para romper el hielo con más facilidad y realizar la succión. *Gentileza de Rich Mahaney*

herramientas sobre el hielo. Asegúrese de que la resistencia de la estructura del hielo no resulta afectada hasta el punto de hundirse y hacer que los bomberos caigan al agua. Antes de empezar a trabajar sobre el hielo, debe tener preparado el material necesario por si tuviera que realizar un rescate en el hielo. Si el área que debe romper tiene una profundidad superior a la altura del pecho, se recomienda a los bomberos que trabajen sobre el hielo que lleven puestos flotadores personales (véase la figura 12.22).

Fuentes estáticas artificiales de abastecimiento de agua

Las fuentes estáticas artificiales de abastecimiento de agua proporcionan una fuente de agua fiable para la protección contra incendios. En algunos casos, estas fuentes se ubicaron y se construyeron pensando específicamente en determinados problemas de protección contra incendios. Los tipos más habituales de fuentes estáticas artificiales de abastecimiento de agua son los siguientes:

- Cisternas
- Depósitos privados para almacenar agua
- Depósitos en tierra
- Piscinas
- Sistemas para la irrigación agrícola

Cisternas

Las *cisternas* son depósitos subterráneos para el almacenamiento de agua que suelen encontrarse en zonas que no cuentan con el abastecimiento de hidrantes (véase la figura 12.23). El agua en estas cisternas suele proceder de pozos o del agua de lluvia. Su función principal suele ser el abastecimiento doméstico o agrícola de agua, aunque algunas de ellas han sido pensadas



Figura 12.22 Los bomberos que trabajen sobre el hielo deben llevar puestos flotadores personales si creen que el nivel del agua debajo del hielo puede llegarles por encima del pecho.

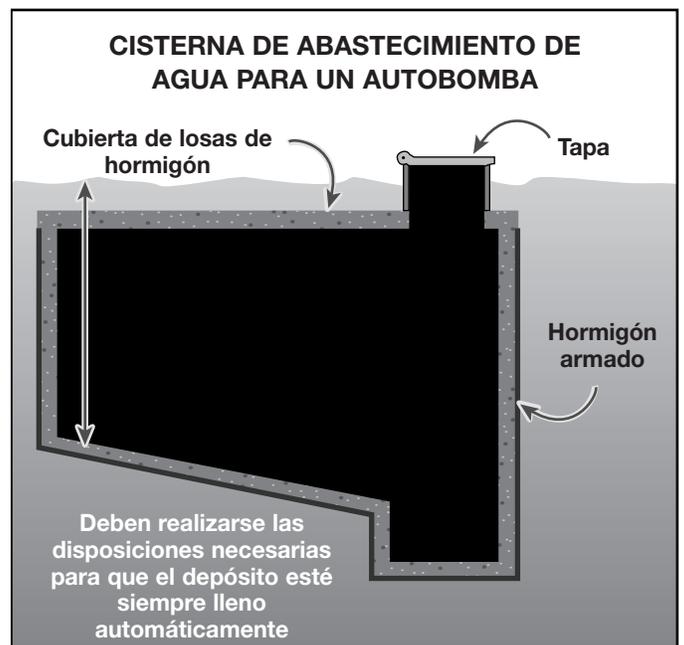


Figura 12.23 Distribución típica de una cisterna.

específicamente para el cuerpo de bomberos. Algunas jurisdicciones urbanas y suburbanas poseen cisternas por toda la comunidad como medida de seguridad en caso de que el sistema principal de abastecimiento de agua falle. Los cuerpos de bomberos de regiones con inviernos duros suelen poseer cisternas debajo del suelo del garaje del vehículo en los parques de bomberos. Si no existe ninguna otra fuente de abastecimiento de agua accesible en la jurisdicción, este sistema permite



Figura 12.24 Algunas propiedades privadas poseen pequeños depósitos de agua elevados. Este depósito no puede proporcionar suficiente agua para una actuación contra incendios prolongada.



Figura 12.25 Por regla general, los depósitos en tierra se encuentran en las instalaciones para el tratamiento del agua.

introducir el vehículo en el cuerpo de bomberos y llenarlo rápidamente de agua durante el mal tiempo.

Las cisternas tienen una capacidad variable, sin embargo, sus tamaños van de los 40.000 L a los 400.000 L (10.000-100.000 galones). Puede accederse al agua de la

cisterna de dos modos. Algunas sólo están equipadas con una tapa de alcantarilla que puede retirarse para introducir la manguera de toma y el filtro. Otras pueden disponer de un sistema de hidrante para fuentes estáticas que permita una conexión rápida al autobomba.

El frío también puede ser un problema, si no se encuentran por debajo de la línea de congelación. Si se coloca la toma por debajo de la línea de congelación de modo similar a la toma del hidrante para fuentes estáticas, puede accederse a la fuente durante todo el año.

Depósitos privados para almacenar el agua

Los depósitos privados para almacenar agua suelen encontrarse en propiedades residenciales, industriales y agrícolas. Estos depósitos pueden tener un tamaño que vaya de los cientos de litros (galones) hasta los miles de litros (galones). Puede que se encuentren a nivel del suelo o que estén elevados. Los depósitos de agua elevados no son técnicamente fuentes estáticas, ya que poseen una presión de descarga proporcional a la altura.

El cuerpo de bomberos no debe confiar demasiado en los depósitos privados, especialmente si son pequeños (véase la figura 12.24). Cada uno de estos depósitos debe identificarse en los planes de prevención de incidentes y es necesario anotar su capacidad. Tenga presente que es probable que no siempre estén totalmente llenos, lo que aún reduce más su fiabilidad. Los cuerpos de bomberos deben hablar con los propietarios de estos depósitos para que garanticen que están equipados con las conexiones adecuadas que permiten que el vehículo pueda utilizarlas con rapidez.

Depósitos en tierra

Los *depósitos en tierra* son reservas de agua artificiales que poseen las mismas características que un estanque o un lago pequeño. Suelen encontrarse con más frecuencia en las instalaciones comerciales o industriales y en las instalaciones municipales para el tratamiento de aguas (véase la figura 12.25). Suelen contener muchos millones de litros (galones) de agua. Los depósitos en tierra suelen ser más accesibles que los estanques o lagos normales. Suelen tener mejores carreteras a uno o ambos lados del depósito. Pueden proporcionarse hidrantes para fuentes estáticas con el fin de acelerar el uso del depósito por parte del personal del cuerpo de bomberos. De lo contrario, las mangueras de toma y los filtros utilizados para las actuaciones normales de succión también pueden emplearse para arrastrar el agua desde estas fuentes.

Piscinas

Las piscinas proporcionan otra fuente de agua limpia para la lucha contra incendios. En algunas comunidades, los propietarios de bienes que necesiten un permiso para

construir una piscina, deben firmar un acuerdo que permita al cuerpo de bomberos utilizar el agua de la piscina siempre que se considere necesario.

Las piscinas sólo presentan un problema; a veces están cercadas por motivos de seguridad (véase la figura 12.26). Los planes de prevención de incidentes deben contener información sobre el mejor modo de acceder a las piscinas que se pueden utilizar para la protección contra incendios. El conductor/operario debe extremar las precauciones para no dañar en exceso la propiedad cuando intente acceder a una piscina. Cuando el vehículo esté colocado en su lugar, puede succionarse la piscina del mismo modo como se haría en otras fuentes estáticas de abastecimiento de agua. Si el autobomba no puede acceder a la piscina, pueden utilizarse bombas portátiles flotantes o estacionarias para bombear el agua hacia el vehículo.

Es necesario anotar la capacidad de una piscina, así como sus diversas consideraciones contra incendios, cuando se incluya en un plan de prevención de incidentes. La mayoría de piscinas contienen el agua suficiente para extinguir un incendio en una vivienda unifamiliar. A pesar de ello, seguramente no disponen de agua suficiente para una actuación prolongada en un incidente más grande. La capacidad de una piscina puede calcularse utilizando una de las siguientes fórmulas:

Piscinas cuadradas/rectangulares

ECUACIÓN Q

Capacidad en galones = L x W x D x 7,5

Donde: L = longitud en pies

W = anchura en pies

D = profundidad media en pies

7,5 = número de galones por pie cúbico

Ejemplo 7 (sistema anglosajón)

Calcule la capacidad de volumen de una piscina de 40 pies de ancho, 100 pies de largo y con una profundidad media de 6 pies.

Capacidad en galones = L x W x D x 7,5

Capacidad en galones = (40)(100)(6)(7,5)

Capacidad en galones = 180.000 galones

ECUACIÓN R

Capacidad en litros = L x W x D x 1.000

Donde: L = longitud en metros

W = anchura en metros

D = profundidad media en metros

1.000 = número de litros por metro cúbico



Figura 12.26 Es posible que los cercados dificulten el acceso a las piscinas.

Ejemplo 8 (sistema métrico)

Calcule la capacidad de volumen de una piscina de 12 metros de ancho, 30 metros de largo y con una profundidad media de 2 metros.

Capacidad en litros = L x W x D x 1.000

Capacidad en litros = (12)(30)(2)(1.000)

Capacidad en litros = 720.000 litros

Piscinas redondas

ECUACIÓN S

Capacidad en galones = P x r² x D x 7,5

Donde: π (Pi) = 3,14

r = radio o 1/2 el diámetro en pies

D = profundidad normal en pies

7,5 = número de galones por pie cúbico

Ejemplo 9 (sistema anglosajón)

Calcule la capacidad del volumen de una piscina de 24 pies de diámetro con una profundidad media de 4 pies.

Capacidad en galones = P x r² x D x 7,5

Capacidad en galones = (3,14)(12)²(4)(7,5)

Capacidad en galones = 13.565 galones

ECUACIÓN T

Capacidad en litros = P x r² x D x 1.000

Donde: π (Pi) = 3.14

r = radio o una 1/2 parte del diámetro en metros

D = profundidad media en metros

1.000 = número de litros por metro cúbico



Figura 12.27 Los cuerpos de bomberos de las zonas agrícolas pueden llevar adaptadores que permiten conectarse a sistemas para la irrigación con la finalidad de utilizarlos como abastecimiento de agua.

Ejemplo 10 (sistema métrico)

Calcule la capacidad de volumen de una piscina de 8 metros de diámetro con una profundidad media de 1,3 metros.

$$\text{Capacidad en litros} = \pi \times r^2 \times D \times 1.000$$

$$\text{Capacidad en litros} = (3,14)(4)^2(1,3)(1.000)$$

$$\text{Capacidad en litros} = 65.312 \text{ litros}$$

Recuerde que es posible que las piscinas estén parcial o totalmente vacías durante los meses de invierno y cuando se estén reparando. Por tanto, no puede confiarse que sirvan como fuente de abastecimiento de agua durante todo el año.

Algunas piscinas interiores o exteriores más grandes pueden estar equipadas con conexiones de hidrantes para fuentes estáticas que permiten que los vehículos contraincendios estén conectados a ellas. Para las piscinas interiores, esta conexión puede ser similar al la conexión del cuerpo de bomberos para un rociador o un sistema de tuberías montantes. Es necesario indicar claramente esta conexión. Asimismo, deben incluirse las instrucciones para abrir cualquier válvula.

Es necesario limpiar la bomba con agua limpia después de succionar desde una piscina. De este modo, se evitan los excesos de cloro que podrían dañar la bomba y las tuberías.

Sistemas para la irrigación agrícola

Los sistemas para la irrigación agrícola son otra fuente de agua potencial para la protección contraincendios. Los sistemas en algunas ubicaciones pueden tener un flujo de más de 4.000 L/min (1.000 gpm). El agua para la irrigación suele transportarse mediante dos métodos: canales abiertos y sistemas de tuberías. Los canales abiertos pueden atravesar una propiedad y pueden ofrecer muchos puntos de acceso para la succión. Los sistemas

de tuberías son el tipo de sistema de abastecimiento de agua para la irrigación más habitual. Al igual que los canales, presentan muchos puntos de acceso para los autobombas, pero las tuberías deben tener conexiones que puedan utilizarse en estos lugares (véase la figura 12.27). Puede que se necesiten adaptadores roscados especiales y herramientas especializadas para el sistema de irrigación.

Actuaciones de bombeo en serie

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información para que el lector pueda cumplir los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) edición de 1998. Las partes de los requisitos de rendimiento laboral tratados en este capítulo están marcadas en negrita.

3-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y el tamaño de la línea y la presión de entrada y el flujo deseados; bombear una línea de abastecimiento de 65 mm (2,5 pulgadas) o mayor, de modo que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

- (a) **Conocimientos requeridos:** cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto; sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.
- (b) **Habilidades requeridas:** posicionar un autobomba del cuerpo de bomberos para utilizarlo junto con un hidrante contraincendios o con una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con

múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

6-2.2 Dada una evolución de bombeo en serie, la longitud y tamaño de la línea, el flujo de bombeo y la presión de entrada deseada, bombear una línea de abastecimiento, de modo que se transfiera la presión y el flujo adecuados al siguiente autobomba de la serie.

- (a) **Conocimientos requeridos:** cálculos hidráulicos para la pérdida de presión por fricción y el flujo, utilizando fórmulas por escrito y métodos de estimación; funcionamiento seguro de la bomba; problemas relacionados con cañerías de pequeño diámetro o de extremo muerto y con los sistemas de abastecimiento de agua privados o de baja presión; sistemas de refrigeración de los hidrantes y fiabilidad de las fuentes estáticas.
- (b) **Habilidades requeridas:** posicionar un vehículo contra incendios forestales para utilizar un hidrante contraincendios en una fuente de agua estática; transferencia de potencia del motor del vehículo a la bomba; succionar; utilizar los sistemas de control de presión del autobomba; utilizar la válvula de conmutación de volumen/presión (sólo en bombas con múltiples posiciones); utilizar los sistemas de refrigeración auxiliares; realizar la transición entre fuentes de agua externas e internas, y montar líneas de mangueras, boquillas, válvulas y accesorios.

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) Copyright© 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

En muchos casos, la fuente de agua está muy lejos del lugar del incendio. Para hacer llegar el agua hasta el incendio, deben utilizarse actuaciones de bombeo en serie. Este tipo de actuación consiste en colocar un autobomba de abastecimiento de abastecimiento de agua para bombear el agua a presión por una o varias líneas de mangueras hasta el siguiente autobomba de la línea. A su vez, este autobomba

incrementa la presión para que el agua llegue hasta el siguiente autobomba, y así sucesivamente hasta que el agua llega al vehículo situado en el lugar del incendio. Este capítulo ofrece información sobre los diversos elementos que forman una actuación de bombeo en serie, los factores que influyen en la capacidad de esta actuación y los diferentes métodos para establecerla.

Vehículos y equipo para el bombeo en serie

Para establecer una actuación de bombeo en serie, puede utilizarse una gran variedad de vehículos, mangueras y equipos diferentes. Por regla general, los vehículos que se utilizan en este tipo de actuaciones son los autobombas normales del cuerpo de bomberos. Sin embargo, en las actuaciones de bombeo en serie puede participar cualquier tipo de vehículo equipado con una bomba contra incendios con potencia suficiente, como un camión cisterna con una bomba o un vehículo con dispositivos elevadores.

Con el fin de facilitar la explicación, utilizaremos los siguientes términos para describir las diferentes funciones de los vehículos que se utilizan en las actuaciones de bombeo en serie (véase la figura 13.1):

- El *autobomba de abastecimiento* es el que está conectado a la fuente de abastecimiento de agua en el punto inicial de la actuación de bombeo en serie. La fuente de abastecimiento puede ser un hidrante o una fuente estática. La función de este autobomba consiste en bombear agua hasta el siguiente autobomba de la serie.
- El *autobomba en serie*, a veces también denominado *autobomba en línea*, es un autobomba situado en un punto intermedio del bombeo en serie. Recibe agua del autobomba de abastecimiento o de otro autobomba en serie, aumenta la presión y envía el agua al siguiente autobomba en serie o al autobomba de ataque.
- El *autobomba de ataque* es un autobomba situado en el lugar del incendio que recibe agua procedente de la serie y abastece las líneas de ataque y los dispositivos del modo necesario para sofocar el incendio.

Algunos cuerpos de bomberos emplean vehículos para mangueras como apoyo a los tendidos largos de mangueras que suelen utilizarse durante las actuaciones de bombeo en serie (véase la figura 13.2).

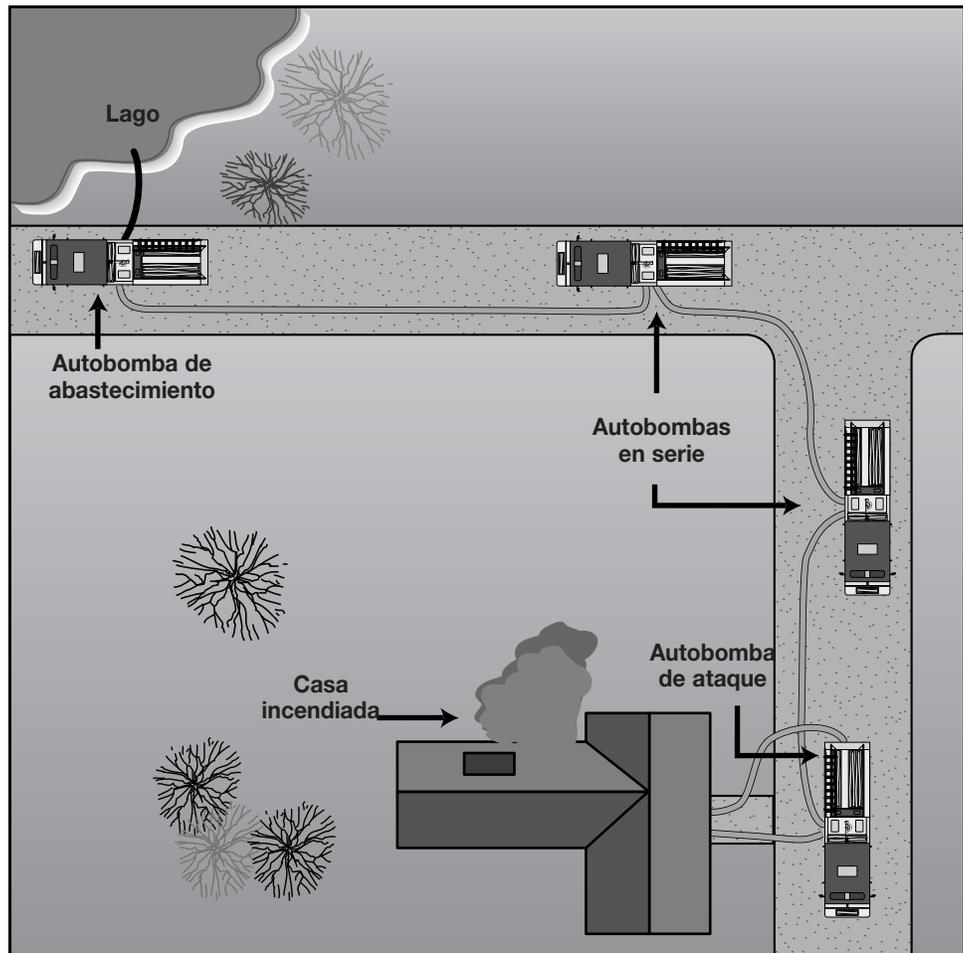


Figura 13.1 Los diferentes nombres que reciben los autobombas en un bombeo en serie



Figura 13.2 Vehículo para mangueras.



Figura 13.3 Los vehículos para mangueras equipados con una bomba contra incendios pueden participar en el bombeo en serie.



Figura 13.4 Los vehículos para mangueras suelen transportar más de mil metros (pies) de manguera de gran diámetro. Esta unidad transporta 1,6 km (1 milla) de manguera de 125 mm (5 pulgadas).

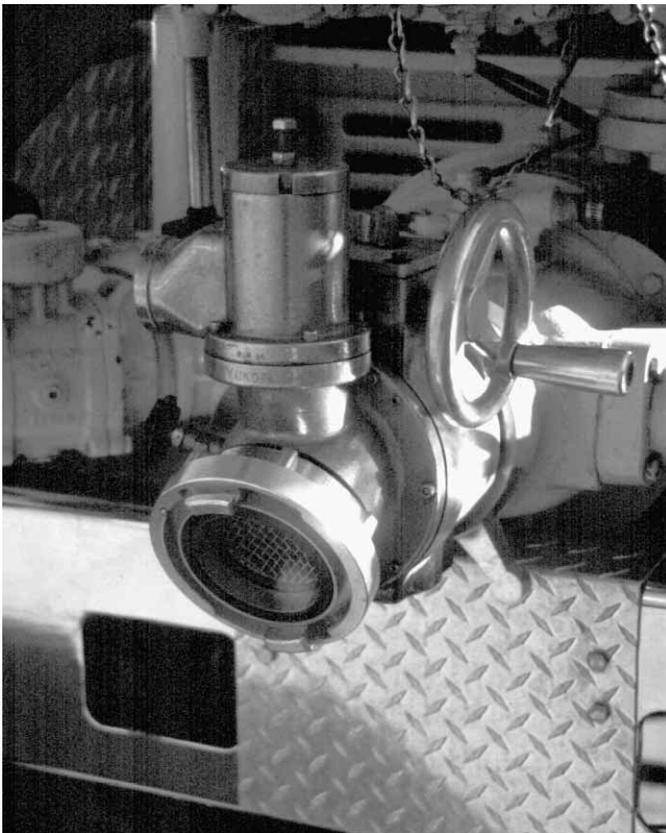


Figura 13.5 Los autobombas en serie suelen estar equipados con válvulas externas de seguridad de la toma.

Asimismo, algunos de estos vehículos pueden estar equipados con una bomba contraincendios, lo que les permite participar en la actuación de bombeo después de haber tendido la manguera (véase la figura 13.3). Los vehículos para mangueras suelen transportar mangueras de gran diámetro (100 mm [4 pulgadas] o más) para cubrir una longitud de 1,6 km (1 milla) (véase la figura 13.4). Esta manguera puede transportarse en una cama de mangueras tradicional o en un carrete mecánico para mangueras. Además, los vehículos para



Figura 13.6 La válvula se acciona si se recibe exceso de presión en la toma.



Figura 13.7 Utilice la válvula de desahogo para descargar el aire de la manguera a medida que se llena de agua.

mangueras suelen llevar una gran variedad de válvulas en serie, cuadros de válvulas de descarga y otros equipos especiales de abastecimiento de agua que se utilizan en las actuaciones de bombeo en serie.

Para las actuaciones de bombeo en serie, pueden utilizarse mangueras de diámetro grande y mediano. Las mangueras de diámetro mediano son líneas de mangueras de 65 mm y 77 mm (2,5 y 3 pulgadas). Si se utilizan para las actuaciones de bombeo en serie, suelen tenderse dos o tres líneas de mangueras de este tipo. Las mangueras de gran diámetro van de 90 mm a 300 mm (de 3,5 a 12 pulgadas), aunque las que más se utilizan son las mangueras de 100 mm y 125 mm (4 y 5 pulgadas).

Existe una gran variedad de mangueras y dispositivos de bombeo que pueden utilizarse para realizar una actuación de bombeo en serie. Las *válvulas de seguridad para liberar la presión de toma* sirven para reducir las posibilidades de que la bomba y las líneas de mangueras de descarga sufran daños a causa de golpes de ariete, que pueden producirse en caso de que las válvulas se cierren demasiado deprisa o de que las presiones de toma aumenten excesivamente. Existen dos tipos elementales de válvulas de seguridad para liberar la presión de toma.



Figura 13.8a Válvula para el bombeo en serie. Gentileza de Jaffrey Fire Protection.



Figura 13.8b Algunas jurisdicciones preconectan las válvulas para el bombeo en serie a las mangueras colocadas en la cama del vehículo.

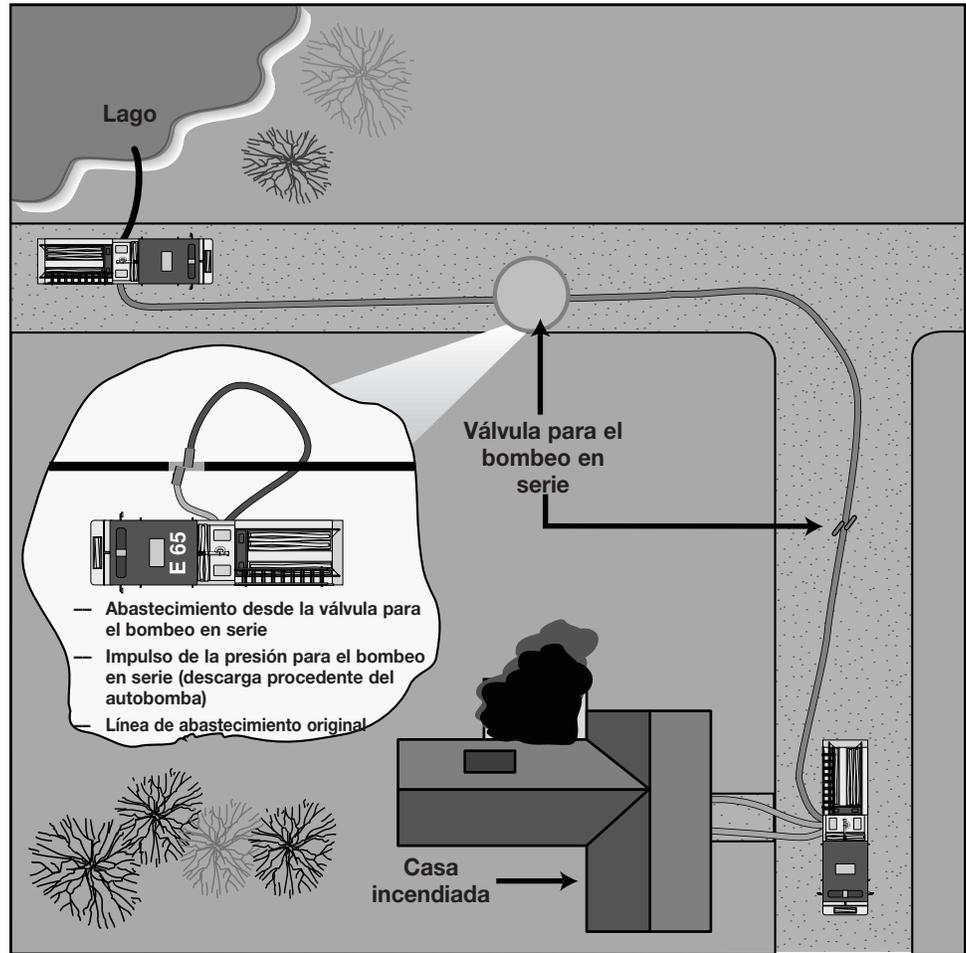


Figura 13.9 Este diagrama muestra cómo funciona una válvula para el bombeo en serie.

El fabricante de la bomba suministra uno de estos tipos, que forma parte del cuadro de válvulas de toma de la bomba. El segundo tipo es un dispositivo adicional que se enrosca en la conexión de toma de la bomba (véase la figura 13.5). En ambos casos, estos dispositivos están prefijados para crear una cantidad específica de presión en la bomba contraincendios. Si la presión entrante sobrepasa el nivel predeterminado, la válvula se activa y elimina el exceso de presión/agua hasta que el agua que entra en la bomba lo haga al nivel prefijado (véase la figura 13.6). Estas válvulas deben estar fijadas con un margen de 70 kPa (10 lb/pulg²) respecto de la presión estática del sistema de abastecimiento de agua al que está conectado el autobomba o a 70 kPa (10 lb/pulg²) por encima de la presión de descarga del autobomba anterior en la serie.

La mayoría de válvulas de seguridad para liberar la presión de toma que van enroscadas también

equipadas con una válvula de cierre manual que permite detener el abastecimiento de agua a la bomba si es necesario. Las válvulas de desahogo de la válvula de seguridad para liberar la presión de toma permiten ir purgando el aire a medida que se carga la manguera de abastecimiento entrante (véase la figura 13.7), lo que es especialmente importante al utilizar estos dispositivos en combinación con mangueras de abastecimiento de gran diámetro. Se empuja una gran cantidad de aire a través de la manguera hasta que una columna sólida de agua alcanza la válvula. Las válvulas de desahogo pueden estar ubicadas directamente en la tubería de toma de la bomba.

En las actuaciones de bombeo en serie que dependen de compañías de cooperación mutua que llegarán con posterioridad se puede fijar una serie inicial con un volumen inferior y un espaciado mayor en la que se utilicen válvulas para el bombeo en serie alineadas

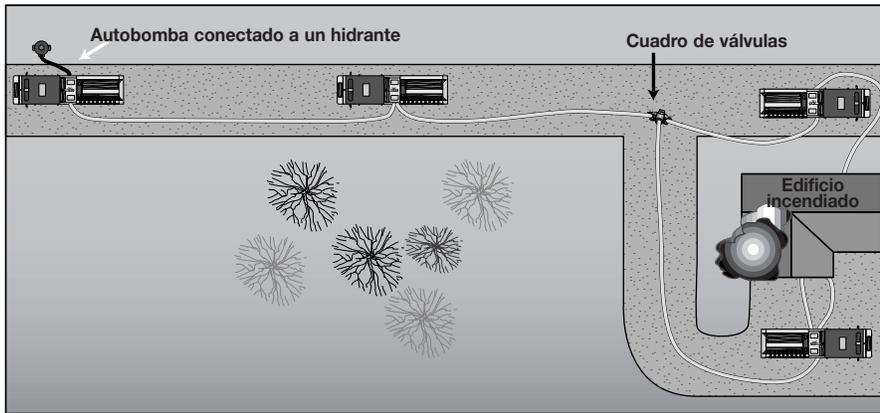


Figura 13.10 Algunos bombeos en serie abastecen un cuadro de válvulas que, a su vez, envía mangueras de abastecimiento menores a diversos autobombas de ataque.

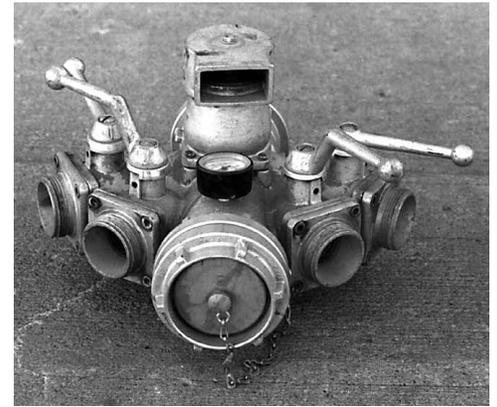


Figura 13.11 Cuadro de válvulas para mangueras de gran diámetro.

colocadas en la línea de la serie para poder acoger a los autobombas entrantes (véanse las figuras 13.8 a y b). Estas válvulas permiten que los autobombas que lleguen más tarde se conecten al bombeo en serie ya en funcionamiento y aumenten la presión (y el volumen correspondiente) sin interrumpir la actuación (véase la figura 13.9).

Si el objetivo de una actuación de bombeo en serie con una manguera de gran diámetro es abastecer a más de un autobomba de ataque en el lugar del incendio, puede utilizarse un cuadro de válvulas de descarga para dividir el flujo de la manguera de gran diámetro en dos o más líneas de mangueras que pueden conectarse a los autobombas de ataque (véase la figura 13.10). Existen diferentes diseños para estos cuadros de válvulas de descarga. Suelen poseer una entrada para mangueras de gran diámetro y diferentes combinaciones de descargas para mangueras de diámetro mediano y grande (véase la figura 13.11). Si se utilizan varias líneas de diámetro mediano en el bombeo en serie, cada una de ellas puede utilizarse para abastecer un autobomba de ataque diferente en el lugar del incendio (véase la figura 13.12).

Consideraciones sobre el funcionamiento del bombeo en serie

Antes de comenzar a explicar los diferentes tipos de actuaciones de bombeo en serie que pueden emplearse, es necesario realizar algunas consideraciones importantes sobre el funcionamiento que se aplican en todas las actuaciones de bombeo en serie. Una actuación de bombeo en serie se basa en dos aspectos:

- La cantidad de agua necesaria en el lugar de la emergencia
- La distancia desde el lugar de la emergencia hasta la fuente de agua

En algunos casos, el bombeo en serie debe proporcionar la cantidad total de agua que se necesita para completar la actuación contraincendios. En otros casos, el bombeo en serie se utiliza para complementar un sistema municipal de abastecimiento de agua que no se encuentra en las condiciones apropiadas. En cualquier caso, la cantidad de agua que se necesita bombear repercute de modo decisivo en el diseño de la serie.

Asimismo, la distancia que deberá recorrer el agua es muy importante. Cuanto mayor sea ésta, más manguera se necesitará, lo que equivale a una pérdida superior de presión por fricción. Tal como se explica en los capítulos 7 y 8, la pérdida de presión por fricción depende directamente de la cantidad de agua que fluye por la manguera, del tamaño de la manguera utilizada y de la distancia entre los autobombas. En resumen, si se desea incrementar la cantidad de flujo a través del bombeo en serie, será necesario realizar una de las tres acciones que se describen a continuación:

- Aumentar el tamaño de la manguera o el número de líneas de mangueras utilizadas en el bombeo en serie.
- Aumentar la presión de descarga de la bomba de los autobombas que funcionan en el bombeo en serie.
- Aumentar el número de autobombas en el bombeo en serie.

Cada una de estas tres opciones presenta algunas limitaciones. Con respecto al tamaño de la manguera, en general, no puede cerrarse un bombeo en serie en funcionamiento para sustituir la manguera por una manguera de mayor tamaño (al inicio de la actuación debería haberse tendido la manguera de mayor tamaño disponible). Es posible que algunas compañías de autobomba o vehículos para mangueras que aún no se hayan sumado a la serie puedan tender una línea de mangueras adicional entre los autobombas en serie.

Tabla 13.1
Presiones establecidas en la prueba anual de servicio y presiones máximas de funcionamiento para mangueras fabricadas antes de 1987

Tipo de manguera	Presión establecida en la prueba anual de servicio en kPa (lb/pulg ²)	Presión máxima de funcionamiento en kPa (lb/pulg ²)
Manguera de ataque	1.720 (250)	1.550 (225)
Manguera de bombeo en serie de entre 90 mm y 125 mm (entre 3,5 y 5 pulgadas)	1.380 (200)	1.275 (185)
Manguera de bombeo en serie de 150 mm (6 pulgadas) o más	1.030 (150)	930 (135)

Tabla 13.2
Presiones establecidas en la prueba anual de servicio y presiones máximas de funcionamiento para mangueras fabricadas después de 1987

Tipo de manguera	Presión establecida en la prueba anual de servicio en kPa (lb/pulg ²)	Presión máxima de funcionamiento en kPa (lb/pulg ²)
Manguera de ataque	2.070 (300)	1.895 (275)
Manguera de bombeo en serie de entre 90 mm y 125 mm (entre 3,5 y 5 pulgadas)	1.380 (200)	1.275 (185)
Manguera de bombeo en serie de 150 mm (6 pulgadas) o más	1.380 (200)	1.275 (185)

Cada uno de los autobombas puede unir esta línea de mangueras adicional a su bomba y empezar a enviar agua por la manguera cuando los demás autobombas estén preparados.

Aunque los autobombas pueden aumentar la presión de descarga de la bomba, esto no se traduce necesariamente en un incremento del volumen de agua del bombeo en serie. Todos los autobombas del cuerpo de bomberos pueden bombear la capacidad máxima de volumen de descarga a una presión neta de descarga de la bomba de 1.000 kPa (150 lb/pulg²). Si la bomba funciona a una presión superior a 1.000 kPa (150 lb/pulg²), la capacidad de volumen del autobomba se reduce proporcionalmente. Según la longitud del tendido de mangueras y el volumen de agua del flujo, llegará un momento en el que, al aumentar la presión, no se incremente el volumen.

Cuando considere aumentar la presión, tenga presente que también está limitado por la presión máxima de la manguera establecida en las pruebas anuales. Las tablas 13.1 y 13.2 muestran las presiones máximas de funcionamiento de las pruebas anuales de servicio y las recomendadas para los diversos tipos de

mangueras. Estas figuras proceden de la NFPA 1961, *Standard on Fire Hose* (Norma sobre las mangueras contraincendios) y de la NFPA 1962, *Standard for the Care, Use, and Service Testing of Fire Hose Including Couplings and Nozzles* (Norma sobre el cuidado, la utilización y las pruebas de verificación de funcionamiento de mangueras contraincendios, junto con coples y boquillas).

Las actuaciones de bombeo en serie no deben utilizar nunca presiones de descarga superiores a la presión máxima de funcionamiento establecida para la manguera que se está utilizando. Los cuerpos de bomberos pueden especificar y adquirir mangueras diseñadas para presiones superiores a los mínimos de la NFPA. En tal caso, la manguera debe bombearse a presiones que no excedan el 90 por ciento de la presión establecida en la prueba anual de servicio.

La pérdida de presión por altura también es un factor que debe tenerse en cuenta en las actuaciones de bombeo en serie. Si la actuación de bombeo en serie se realiza cuesta arriba, la pérdida de presión del sistema es superior a la causada sólo por la fricción. Si la actuación se produce cuesta abajo, ocurre lo opuesto.

Tabla 13.3
Longitudes en pies para el bombeo en serie a distancia máxima

Flujo en gpm	Tamaño de la manguera en pulgadas						
	Una de 2,5	Una de 3	Una de 4	Una de 5	Dos de 2,5	Una de 2,5 y otra de 3	Dos de 3
250	1.440	3.600	13.200	33.000	5.760	9.600	14.400
500	360	900	3.300	8.250	1.440	2.400	36.000
750	160	400	1.450	3.670	640	1.050	1.600
1.000	90	225	825	2.050	360	600	900
1.250	50	140	525	1.320	200	375	500

Tabla 13.4
Longitudes en metros para el bombeo en serie a distancia máxima

Flujo en L/min	Tamaño de la manguera en mm						
	Una de 65	Una de 77	Una de 100	Una de 125	Dos de 65	Una de 65 y otra de 77	Dos de 77
1.000	440	1.100	4.260	9.420	1.770	2.980	4.670
2.000	110	275	1.070	2.360	443	740	1.160
3.000	49	122	470	1.050	200	330	520
4.000	28	69	270	590	110	180	290
5.000	18	44	170	380	70	120	190

La presión por altura no se ve afectada por la cantidad de agua trasladada, sólo por la topografía.

El aumento del flujo en un bombeo en serie puede conseguirse colocando más autobombas en la serie. Si se reduce la longitud de la manguera a la que debe abastecer cada uno de los autobombas, el ensamblaje de la manguera puede soportar presiones máximas (y, por tanto, flujos máximos). El inconveniente es que si las válvulas en serie no se colocan en el tendido de la manguera desde el principio, habrá que cerrar la serie cuando se conecten más autobombas.

Por otra parte, en las situaciones en las que se necesitan flujos inferiores y se disponga de mangueras de gran diámetro, el espacio necesario entre los autobombas puede ser tan grande que supere la longitud de la manguera que transporta cada autobomba. En esos casos, puede ser necesario solicitar autobombas sólo para que tiendan las mangueras que transportan pero no para que participen en el proceso de bombeo.

Tipos de actuaciones de bombeo en serie

Todos los cuerpos de bomberos o agrupaciones de cuerpos de bomberos de una región concreta deben disponer de un procedimiento de actuación normalizado para el tipo de actuación de bombeo en serie que emplearán llegado el caso en que sea necesario. Los organismos con posibilidades de trabajar conjuntamente en actuaciones de bombeo en serie deben entrenar esta técnica con frecuencia.

Algunos cuerpos de bomberos metropolitanos o regionales y algunos cuerpos de bomberos del condado en EE.UU. han creado procedimientos para proporcionar bombeos en serie en el lugar de una emergencia. En esas situaciones, si el jefe del incidente determina que debe utilizarse un bombeo en serie para proporcionar la cantidad de agua que se necesita en el lugar de la emergencia, lo notifica al centro de envío para que éste mande un equipo de bombeo en serie o de ataque. Entonces, se envían al lugar del incendio entre tres y cinco autobombas, cada uno de ellos con

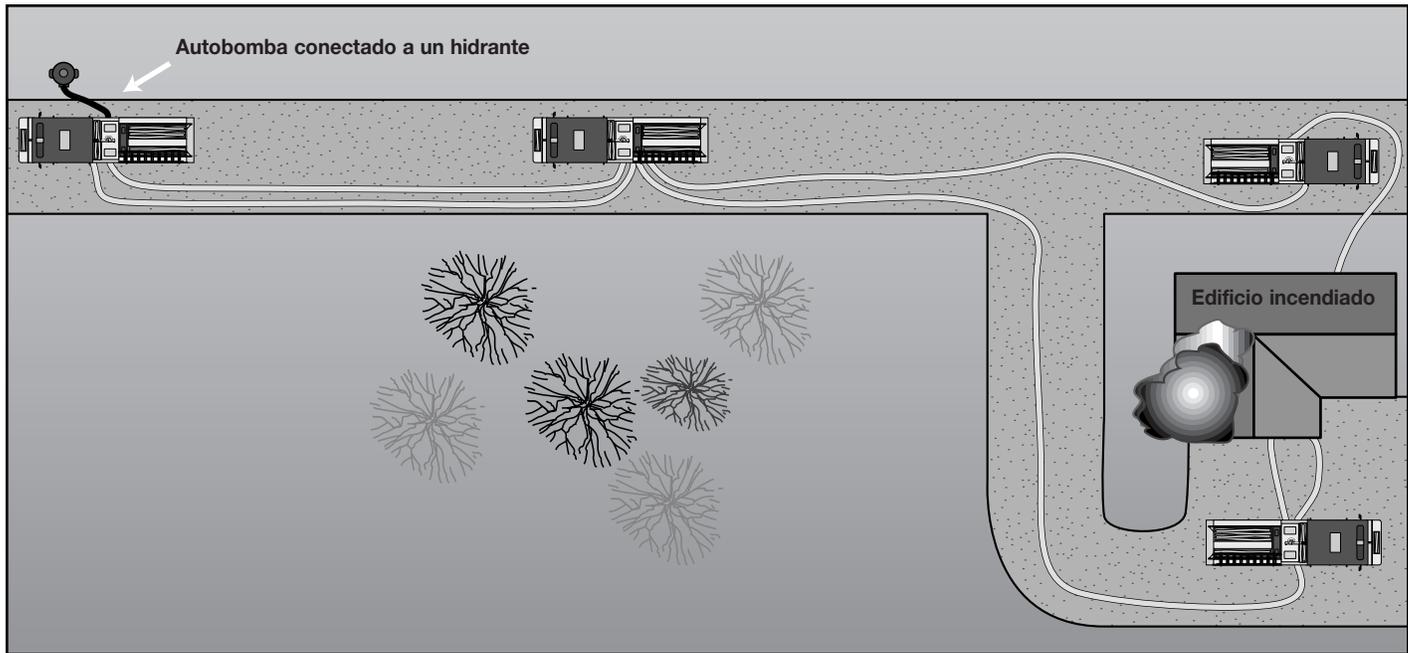


Figura 13.12 En algunos casos, cada línea de mangueras puede abastecer un autobomba de ataque diferente.

bombas contraincendios de gran capacidad y, normalmente, con mangueras de gran diámetro. Estas compañías llegan y establecen un abastecimiento de agua independiente de las compañías que ya están trabajando en el lugar. Afortunadamente, las compañías que trabajan como parte de los equipos de bombeo en serie y de ataque suelen entrenarse juntas con frecuencia. Existen dos diseños básicos para las actuaciones de bombeo en serie: el método de bombeo en serie a la máxima distancia y el método de bombeo en serie a presión constante.

Método de bombeo en serie a la máxima distancia

El *método de bombeo en serie a la máxima distancia* consiste en hacer que un volumen predeterminado de agua recorra la distancia máxima a la que puede bombearse a través de un tendido de manguera concreto. Mediante las tablas 13.3 ó 13.4, el conductor/operario puede determinar la distancia máxima a la que puede bombear un flujo determinado a través del tipo de manguera transportada en el vehículo. En las cifras de estas tablas puede apreciarse que el siguiente autobomba de la serie dispone de una presión residual de 140 kPa (20 lb/pulg²). Asimismo, las cifras de estas tablas se basan en una presión de descarga de 1.400 kPa (200 lb/pulg²) para mangueras de 65 mm y de 77 mm (2,5 y 3 pulgadas) y en una presión de descarga de 1.300 kPa (185 lb/pulg²) para mangueras de 100 mm y de 125 mm (4 y 5 pulgadas).

Al considerar las distancias establecidas en las tablas

13.3 y 13.4, el conductor/operario aun debe contemplar otro aspecto. Tal como estudiaremos con más detalle en el capítulo 16, todos los autobombas del cuerpo de bomberos tienen capacidad para descargar el volumen máximo a 1.000 kPa (150 lb/pulg²), el 70% a 1.350 kPa (200 lb/pulg²) y el 50% a 1.700 kPa (250 lb/pulg²). Puesto que las tablas 13.3 y 13.4 están basadas en presiones de descarga de 1.300 kPa y 1.400 kPa (185 y 200 lb/pulg²), las capacidades que se ofrecen a continuación son las capacidades mínimas de bombeo que deben utilizarse para conseguir los flujos/distancias indicados en las tablas:

- Flujos de 1.000 L/min y 2.000 L/min (250 y 500 gpm): un autobomba de 3.000 L/min (750 gpm)
- Flujo de 3.000 L/min (750 gpm): un autobomba de 5.000 L/min (1.250 gpm)
- Flujo de 4.000 L/min (1.000 gpm): un autobomba de 6.000 L/min (1.500 gpm)
- Flujo de 5.000 L/min (1.250 gpm): un autobomba de 7.000 L/min (1.750 gpm)

Si el procedimiento local consiste en utilizar distancias inferiores a las indicadas en la tabla, podrán utilizarse bombas con una capacidad inferior a la de las bombas que aparecen en la lista, así como retirar uno o más autobombas de la serie.

Mediante las cifras de las tablas 13.3 y 13.4 y la siguiente fórmula, puede determinarse, dada una cantidad de agua, el número de autobombas necesario para el bombeo en serie:

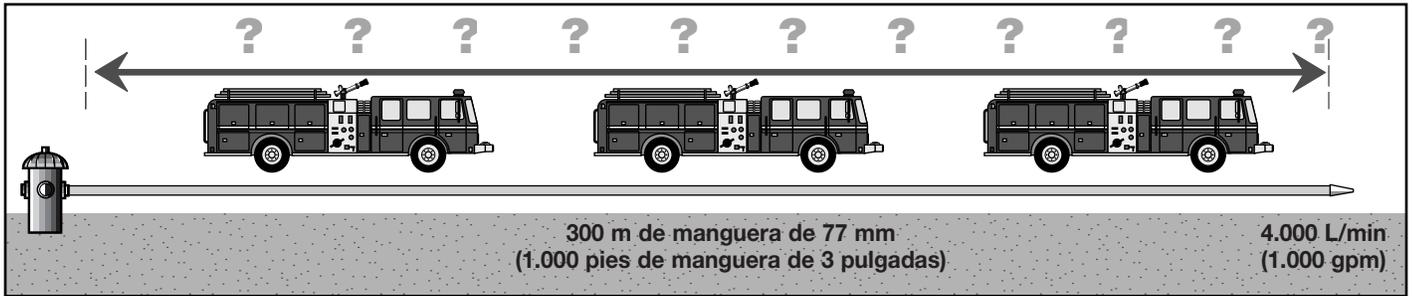


Figura 13.13 Ejemplos 1 y 2.

ECUACIÓN U

$\frac{\text{Distancia de bombeo en serie}}{\text{Distancia de la tabla 13.3 ó 13.4}} + 1 = \text{Número total de autobombas necesarios}$

Observe que al utilizar esta fórmula, deberá redondear siempre hacia el siguiente número entero. Por ejemplo, si el resultado es 3,2; deberá utilizar cuatro autobombas para lograr el flujo deseado.

Ejemplo 1 (sistema anglosajón)

Si se utiliza una sola línea de mangueras de 3 pulgadas, ¿cuántos autobombas se necesitarán para proporcionar un flujo de 1.000 gpm hasta el lugar del incendio si éste se encuentra a 1.000 pies de la fuente de abastecimiento de agua (véase la figura 13.13)?

En la tabla 13.3, puede observarse que la distancia máxima que recorrerá un flujo de 1.000 gpm a través de una manguera de 3 pulgadas será de 225 pies. Por tanto, hay que dividir la distancia hasta el lugar del incendio por esa cifra y sumar 1 por el autobomba de ataque:

$$\frac{1.000}{225} = 4,4 + 1 = \text{se necesitarán 5,4 ó 6 autobombas}$$

Ejemplo 2 (sistema métrico)

Si se utiliza una sola línea de mangueras de 77 mm, ¿cuántos autobombas se necesitarán para proporcionar un flujo de 4.000 L/min hasta el lugar del incendio si éste se encuentra a 300 m de la fuente de abastecimiento de agua (véase la figura 13.13)?

En la tabla 13.4, puede observarse que la distancia máxima que recorrerá un flujo de 4.000 L/min a través de una manguera de 77 mm será de 69 m. Por tanto, hay que dividir la distancia hasta el lugar del incendio por esa cifra y sumar 1 por el autobomba de ataque:

$$\frac{300}{69} = 4,3 + 1 = \text{se necesitarán 5,3 ó 6 autobombas}$$

Ejemplo 3 (sistema anglosajón)

Si se utilizan dos líneas de mangueras de 3 pulgadas, ¿cuántos autobombas se necesitarán para proporcionar un flujo de 750 gpm hasta el lugar del incendio si éste se

encuentra a 2.000 pies de la fuente de abastecimiento de agua (véase la figura 13.14)?

Busque en la tabla 13.3 la distancia para dos mangueras de 3 pulgadas a 750 gpm. A continuación, divida la distancia total por esa distancia:

$$\frac{2.000}{1.600} = 1,25 + 1 = \text{se necesitarán 2,25 ó 3 autobombas}$$

Ejemplo 4 (sistema métrico)

Si se utilizan dos líneas de mangueras de 77 mm, ¿cuántos autobombas se necesitarán para proporcionar un flujo de 3.000 L/min hasta el lugar del incendio si éste se encuentra a 600 m de la fuente de abastecimiento de agua (véase la figura 13.14)?

Busque en la tabla 13.4 la distancia para dos mangueras de 77 mm a 3.000 L/min. A continuación, divida la distancia total por esa distancia:

$$\frac{600}{520} = 1,15 + 1 = \text{se necesitarán 2,15 ó 3 autobombas}$$

Cuando utilice este método para establecer el bombeo en serie, utilice también el sentido común. Por ejemplo, si comprobamos las tablas, podemos observar que un flujo de unos 3.000 L/min (750 gpm) puede recorrer 520 metros (1.600 pies) a través de una manguera doble de 77 mm (3 pulgadas). Si la distancia hasta el lugar del incendio es de 600 m (2.000 pies), no tendría sentido colocar 520 m (1.600 pies) de manguera entre el autobomba de abastecimiento y el autobomba en serie, ya que sólo quedarían 80 m (400 pies) entre el autobomba en serie y el autobomba de ataque. En ese caso, tendría más sentido colocar el autobomba en serie en una posición situada más cerca del punto medio de la manguera de abastecimiento.

Asimismo, si hay compañías de autobomba que transportan diferentes tamaños de mangueras de abastecimiento, las distancias entre los autobombas pueden variar según sea necesario. Por ejemplo, si varias compañías de autobomba establecen un bombeo en serie de 4.000 L/min (1.000 gpm) con una manguera de 125 mm (5 pulgadas), los autobomba pueden estar



Figura 13.14 Ejemplos 3 y 4.

separados por una distancia de 590 m (2.050 pies). Si un autobomba dispone de una manguera de tendido doble de 77 mm (3 pulgadas), puede participar en el bombeo en serie si esta limita la longitud de la manguera a 290 m (900 pies).

Método de bombeo en serie a presión constante

El segundo tipo de actuación de bombeo en serie del que disponen los cuerpos de bomberos es el bombeo en serie a presión constante. Este método de bombeo en serie establece el flujo máximo disponible de un bombeo en serie concreto utilizando una presión constante en el sistema. Este tipo de bombeo en serie depende de que se proporcione un flujo constante al lugar del incendio. El autobomba de ataque puede mantener este flujo utilizando una descarga abierta o una línea residual para controlar el flujo que sobrepasa el utilizado por las líneas de ataque.

Un bombeo en serie a presión constante ofrece numerosas ventajas si todos los conductores/operarios han recibido el entrenamiento adecuado para utilizarlo. Algunas de estas ventajas son las siguientes:

- Acelera la activación del bombeo. Todos los conductores/operarios deben saber exactamente la longitud de manguera que pueden tender y cómo bombearla sin esperar órdenes.
- No es necesario realizar cálculos complicados en el lugar de la emergencia.
- Se reduce la confusión y el tráfico de radio entre los operarios de bomba.
- El conductor/operario del autobomba de ataque puede dominar las líneas contraincendios con mayor facilidad.
- Los operarios del bombeo en serie sólo deben dirigir y ajustar la presión hacia un valor constante.

Cómo realizar un bombeo en serie a presión constante

Paso 1. Coloque el autobomba de ataque en el lugar del incendio. El jefe del incidente realiza la evaluación y determina la cantidad de agua necesaria. Puede realizarse un ataque inicial

con el agua que transporta el autobomba.

- Paso 2. Sitúe el autobomba con mayor capacidad del que disponga en la fuente de agua si es posible. El equipo del autobomba empieza a realizar las conexiones necesarias con el abastecimiento de agua.
- Paso 3. Tienda la manguera desde los autobombas en serie siguiendo los procedimientos utilizados en su jurisdicción. La figura 13.15 muestra los flujos que pueden conseguirse a través de 225 m (750 pies) de diversos tendidos de mangueras. Esta longitud puede aumentarse o disminuirse según la política local. Deje siempre, como mínimo, dos tramos de manguera en la cama para mangueras a modo de reserva por si durante la actuación se produce algún daño en la manguera.
- Paso 4. Conecte todas las líneas de abastecimiento a los autobombas en el bombeo en serie.
- Paso 5. *Para todos los conductores/operarios de los autobombas, a excepción del conductor/operario del autobomba de abastecimiento.* Si la bomba no dispone de una válvula de seguridad para el bombeo en serie, abra una compuerta de descarga que no esté utilizando. De este modo, el aire de las líneas de mangueras va saliendo a medida que el agua avanza a través de la línea.
- Paso 6. Bombee 1.200 kPa (175 lb/pulg²) desde el autobomba de abastecimiento de agua.
- Paso 7. *Sólo para el conductor/operario del primer autobomba en serie.* Cuando salga un chorro constante de agua, cierre la compuerta de descarga. A continuación, aumente la aceleración hasta crear una presión de 1.207 kPa (175 lb/pulg²). El siguiente conductor/operario de la serie deberá realizar el mismo procedimiento, y así sucesivamente.

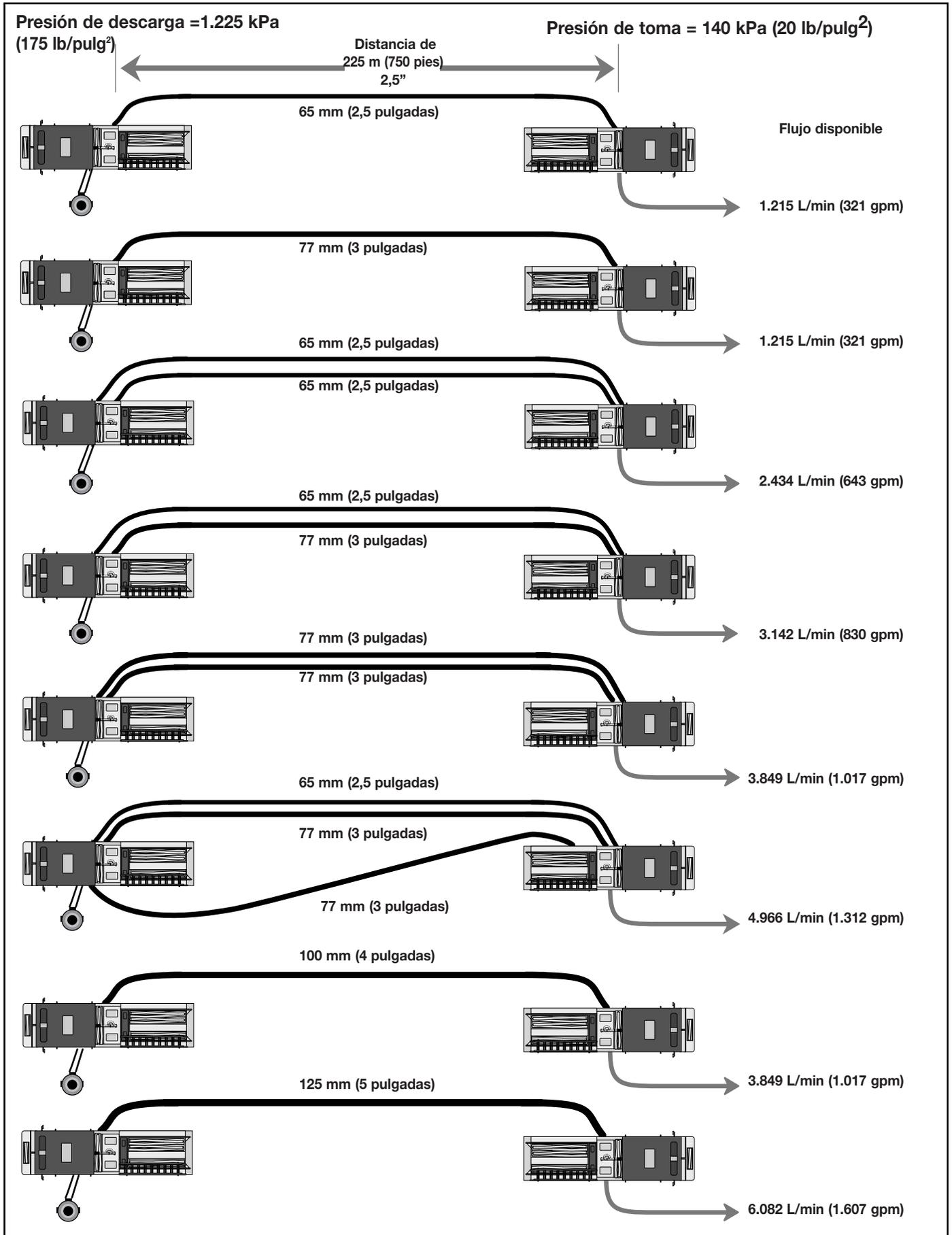


Figura 13.15 Este esquema muestra algunos cálculos razonables de los flujos de los que dispone cada tendido de manguera.

- Paso 8. *Para todos los conductores/operarios.* Fije el dispositivo regulador de la presión.
- Paso 9. *Para el conductor/operario del autobomba de ataque.* Ajuste la presión o las presiones de descarga para abastecer la o las líneas de ataque.
- Paso 10. Mantenga el flujo procedente del autobomba de ataque durante los cierres momentáneos utilizando una o más compuertas de descarga como líneas residuales o de vaciado. No cierre por completo las líneas de ataque a menos que sea totalmente necesario. Si explota una línea de mangueras, abra una compuerta de descarga en el autobomba en serie situado antes de la parte dañada para expulsar el agua hasta que se sustituya el tramo roto.
- Paso 11. Si se necesita más agua para sofocar el incendio, tienda líneas de mangueras adicionales entre los vehículos de la serie.

Los conductores/operarios que trabajen en un bombeo en serie a presión constante debe continuar corrigiendo la presión de descarga para mantenerla en 1.200 kPa (175 lb/pulg²) hasta que:

- La presión de toma procedente de las fuentes presurizadas descienda a 150 kPa (20 lb/pulg²). Si la presión de toma baja de los 150 kPa (20 lb/pulg²), existe el peligro de que la bomba cavite. La cavitación puede reconocerse porque al aumentar las revoluciones por minuto del motor no se produce un incremento de la presión de descarga. Esto indica que se ha alcanzado la capacidad máxima de bombeo en serie. La cavitación puede provocar daños en la bomba y/o una interrupción del flujo que se envía hacia el lugar del incendio.
- La activación del regulador de mano no conlleva un aumento de las revoluciones por minuto. (El motor ha alcanzado su velocidad de control.)

El valor de la presión constante de 1.207 kPa (175 lb/pulg²) puede modificarse según sea necesario en función de:

- Las variaciones en la separación entre los autobombas en serie (aumente la presión si el espacio es mayor, disminúyala si es menor)
- Diferencias de elevación importantes entre la fuente de abastecimiento y el incendio (disminuya la presión de descarga cuando bombee cuesta abajo y auméntela cuando lo haga cuesta arriba)
- Aumentos en el flujo necesario
- Manguera de gran diámetro (precisa una presión de

descarga inferior para proporcionar el mismo volumen de agua)

Si aumenta la presión del bombeo en serie, el autobomba de abastecimiento se ajusta hasta que se alcanza la presión deseada. El resto de autobombas se ajustan de modo similar sucesivamente. Si es necesario reducir el flujo, hay que desacelerar ligeramente el autobomba de ataque. Un modo de hacerlo es abrir la línea de vaciado para que expulsa el exceso de agua. El autobomba de abastecimiento debe volver a descargar el agua de la línea de vaciado en la fuente de abastecimiento. A continuación, los autobombas en serie irán desacelerándose hasta alcanzar la presión deseada. El oficial de abastecimiento de agua o el jefe de incidente deben conocer las limitaciones de flujo y de presión de un bombeo en serie determinado y no deben intentar exceder las posibilidades del vehículo y de la manguera.

Indicaciones generales para las actuaciones de bombeo en serie

Existen algunas indicaciones básicas que deben respetarse durante todas las actuaciones de bombeo en serie, independientemente del tipo de bombeo que utilice cada jurisdicción. Todo conductor/operario debe conocer estas indicaciones a la perfección para participar de modo satisfactorio en una actuación de bombeo en serie.

Cómo poner en marcha un bombeo en serie

Una actuación de bombeo en serie siempre empieza con el autobomba de abastecimiento. Por regla general, en la fuente de abastecimiento hay que utilizar el autobomba con mayor capacidad. Si se succiona agua para el bombeo en serie, el autobomba de abastecimiento deberá crear una presión neta de descarga de la bomba superior a la de los otros autobombas situados en la serie. Puesto que los autobombas en serie poseen una presión residual en la toma para reducir la cantidad de presión necesaria desde la bomba, hará falta dicha mayor presión neta de descarga de la bomba. Es importante recordar que la capacidad máxima del bombeo en serie viene determinada por la capacidad de la bomba y la línea de mangueras más pequeñas utilizadas en la serie.

Cuando ya se ha establecido el abastecimiento de agua, el autobomba de abastecimiento abre una salida de descarga sin tapa o deja que el agua salga por una línea de vaciado hasta que el primer autobomba en serie esté preparado para recibir agua (véase la figura 13.16). Esto es aún más importante cuando se trabaja

desde una fuente estática de abastecimiento de agua. Si no se logra mantener un flujo de agua en la bomba, puede perderse el cebado, lo que retrasaría la actuación. Para conseguir la presión de descarga deseada, hay que acelerar el regulador. Mientras se realiza esta operación, debe cerrarse lentamente la válvula de descarga de la línea de vaciado para que no se pierda toda el agua procedente de la fuente de abastecimiento.

El autobomba en serie debe esperar a que le llegue el agua con la línea de vaciado o la salida de descarga abiertas y la bomba desembragada. Cuando el autobomba de abastecimiento y el autobomba en serie estén preparados, se abrirá la descarga que abastece a la línea de mangueras al tiempo que, de modo coordinado, se cierra la válvula de la línea de vaciado. La descarga hasta la línea de abastecimiento debe abrirse lentamente para que el agua no entre de repente en la línea de mangueras vacía. A continuación, el agua empieza a desplazarse desde el autobomba de abastecimiento hasta el autobomba en serie. A medida que el agua va llenando la línea, se hace pasar el aire a través de la bomba y se expulsa por la línea de vaciado abierta en el autobomba en serie. Cuando empieza a salir agua por esa línea, puede embragarse la bomba del vehículo en serie.

NOTA: si el periodo de espera para recibir agua procedente del autobomba de abastecimiento o de otro autobomba en serie va a ser sólo de algunos minutos, puede embragarse la bomba del vehículo en espera. De este modo, se ahorra tiempo en el establecimiento general de la actuación de bombeo en serie. Hay que permanecer alerta ante posibles retrasos que puedan requerir la desconexión de la bomba en caso de que el periodo de funcionamiento sin agua sea demasiado prolongado, ya que podrían producirse daños. Si desea más información, consulte el capítulo 11.

Otra opción puede consistir en iniciar el bombeo en serie o al menos en llenar las líneas de mangueras, con agua procedente del depósito de agua del vehículo. Este sistema funciona mejor en bombeos en serie cortos en los que se utilizan mangueras de diámetro mediano. En los tendidos largos de mangueras de gran diámetro puede no ser viable ni siquiera llenar por completo la manguera entre dos autobombas. Siga las políticas locales sobre el uso del agua del depósito para iniciar una actuación de bombeo en serie.

Es recomendable mantener una presión de toma de entre 150 kPa y 200 kPa (entre 20 y 30 lb/pulg²). Si el autobomba en serie recibe una presión de toma superior a 350 kPa (50 lb/pulg²), la válvula de la línea de vaciado del autobomba en serie debe ajustarse para



Figura 13.16 El autobomba de abastecimiento debe mantener una línea residual abierta para garantizar que no se pierde el cebado.

limitar la presión residual a un máximo de 350 kPa (50 lb/pulg²). La presión de descarga de la bomba aumenta a medida que se incrementa la aceleración del autobomba en serie; por tanto, la válvula de la línea de vaciado deberá estar cerrada para mantener la presión residual de 350 kPa (50 lb/pulg²). Si se deja que la línea de vaciado descargue agua sin control, la pérdida de presión por fricción aumentará en la línea de mangueras desde el autobomba de abastecimiento hasta provocar una cavitación de la bomba.

Cuando la presión de descarga de la bomba del autobomba en serie haya alcanzado el valor deseado mientras se descarga agua, esta parte de la serie ya estará establecida y no necesitará más ajustes. El mismo procedimiento servirá para el siguiente autobomba en serie cuando esté preparado para recibir agua. El primer autobomba en serie abre la válvula de descarga que abastece al siguiente autobomba al tiempo que, de modo coordinado, cierra la línea de vaciado. El operario realiza esta función mientras observa con atención el manómetro de toma para mantener la presión residual a 350 kPa (50 lb/pulg²). El siguiente autobomba en serie deja que el agua salga a través de la línea de vaciado y sigue el mismo procedimiento que el primer autobomba en serie al recibir el agua del autobomba de abastecimiento. Esta acción puede continuar hasta que se complete la serie y permite establecer incluso el bombeo en serie más complejo tramo a tramo con un retraso mínimo.

Cuando el agua llega hasta el autobomba de ataque, el operario debe purgar el aire de la línea de abastecimiento abriendo la válvula de desahogo en la toma utilizada. A continuación, puede abrirse la válvula de toma del autobomba de ataque y establecerse un abastecimiento de agua a través del bombeo en serie. Asimismo, el autobomba de ataque necesita una línea de vaciado. Si se cierra una de las líneas de ataque, un

operario que esté alerta puede abrir la línea de vaciado y dejar que el agua fluya. De este modo, se evita un aumento peligroso de presión en el bombeo en serie.

Utilización del bombeo en serie

Cuando el bombeo en serie ya está en funcionamiento y el agua se desplaza, todos los operarios de bomba fijan los dispositivos automáticos para controlar la presión al nivel adecuado. Estos dispositivos resultan esenciales para el bombeo en serie a causa de la naturaleza acumulativa de los aumentos de la presión cuando se producen cambios en el flujo. El refrigerante auxiliar puede ajustarse según sea conveniente para mantener el motor a la temperatura de funcionamiento adecuada durante el tiempo dure el bombeo en serie, que suele ser prolongado.

Si el autobomba está equipado con una válvula de seguridad en la toma, debe ponerse en marcha retirando las tapas de las salidas o abriendo las válvulas correspondientes. Si la válvula puede ajustarse fácilmente, debe colocarse de modo que descargue agua a 70 kPa (10 lb/pulg²) por encima de la presión estática del sistema de abastecimiento de agua al que está conectada o a 70 kPa (10 lb/pulg²) por encima de la presión de descarga del autobomba situado antes en la serie. No hay que fijar nunca la válvula de seguridad a una presión superior a la presión de funcionamiento seguro de la manguera. De este modo, la válvula no se abrirá ni provocará fluctuaciones excesivas cuando se produzcan pequeños cambios en el flujo.

Si el autobomba de ataque está equipado con una válvula ajustable de seguridad de la toma, fíjelo entre 350 kPa y 525 kPa (50 y 75 lb/pulg²) para determinar unas condiciones de funcionamiento estables para el autobomba de ataque. Si se cierra la línea de ataque o se varía la cantidad de agua descargada, disminuye la pérdida de presión por fricción en la línea de abastecimiento y aumenta la presión residual. La válvula de seguridad de la toma se abre y hace que el agua salga de la toma. Si eso sucede, aumenta el flujo a través de la línea de abastecimiento y a través de toda la línea de bombeo en serie y las presiones vuelven a sus valores originales. El flujo adicional que necesita el autobomba de ataque (se abre otra línea de ataque) reduce la presión residual y hace que la válvula de seguridad se cierre. En ese momento, se detiene la acción de vaciado, lo que permite que la presión vuelva a su valor original.

Existe una tendencia a sobrerreaccionar cuando se trabaja en un bombeo en serie. Las pequeñas variaciones de presión no son importantes, por lo que no es necesario mantener valores exactos de presión.



Figura 13.17 Los auriculares facilitan al conductor/operario el control del tráfico de radio.

Mientras la presión de toma no baje de 70 kPa (10 lb/pulg²) ni suba por encima de 700 kPa (100 lb/pulg²), no será necesario realizar acción alguna. Si cambia la presión de uno de los autobombas conectados al bombeo en serie, afectará a los demás. Los cambios excesivos pueden hacer que la presión varíe constantemente a través del bombeo en serie. En algunos casos, hace falta mucho tiempo para que se produzca un cambio de presión en una línea de bombeo en serie larga. Este retraso en el tiempo suele ser la causa de errores de sobrecorrección que pueden perjudicar a toda la actuación de bombeo en serie.

Las actuaciones eficaces de bombeo en serie, como las demás actuaciones realizadas en el lugar de un incendio, requieren buenas comunicaciones. Todas las unidades que formen parte de una línea de bombeo deben saber lo que hacen las otras unidades para poder coordinar las actuaciones del modo adecuado. Las radios son un medio de comunicación elemental pero hay que utilizarlas con cautela (véase la figura 13.17). Con toda la actividad en el lugar del incendio, el uso

excesivo de la radio para establecer un bombeo en serie puede dificultar las actividades contraincendios y los esfuerzos para establecer el abastecimiento de agua. Cuando los autobombas pueden verse los unos a los otros, pueden utilizarse señales manuales. En los casos extremos, puede haber bomberos que actúen como mensajeros y que se desplacen a pie.

Si se dispone de frecuencias de radio adicionales, debe dedicarse un canal a la coordinación de la actuación de abastecimiento de agua. Sin embargo, una vez que el agua esté en movimiento, la comunicación necesaria será mínima. Si las unidades que intervienen en el bombeo en serie están equipadas con radios incompatibles, pueden utilizarse radios portátiles. Las ambulancias o unidades de servicio con radios que no se utilicen para otras tareas también pueden servir para establecer comunicaciones a través de la línea de bombeo.

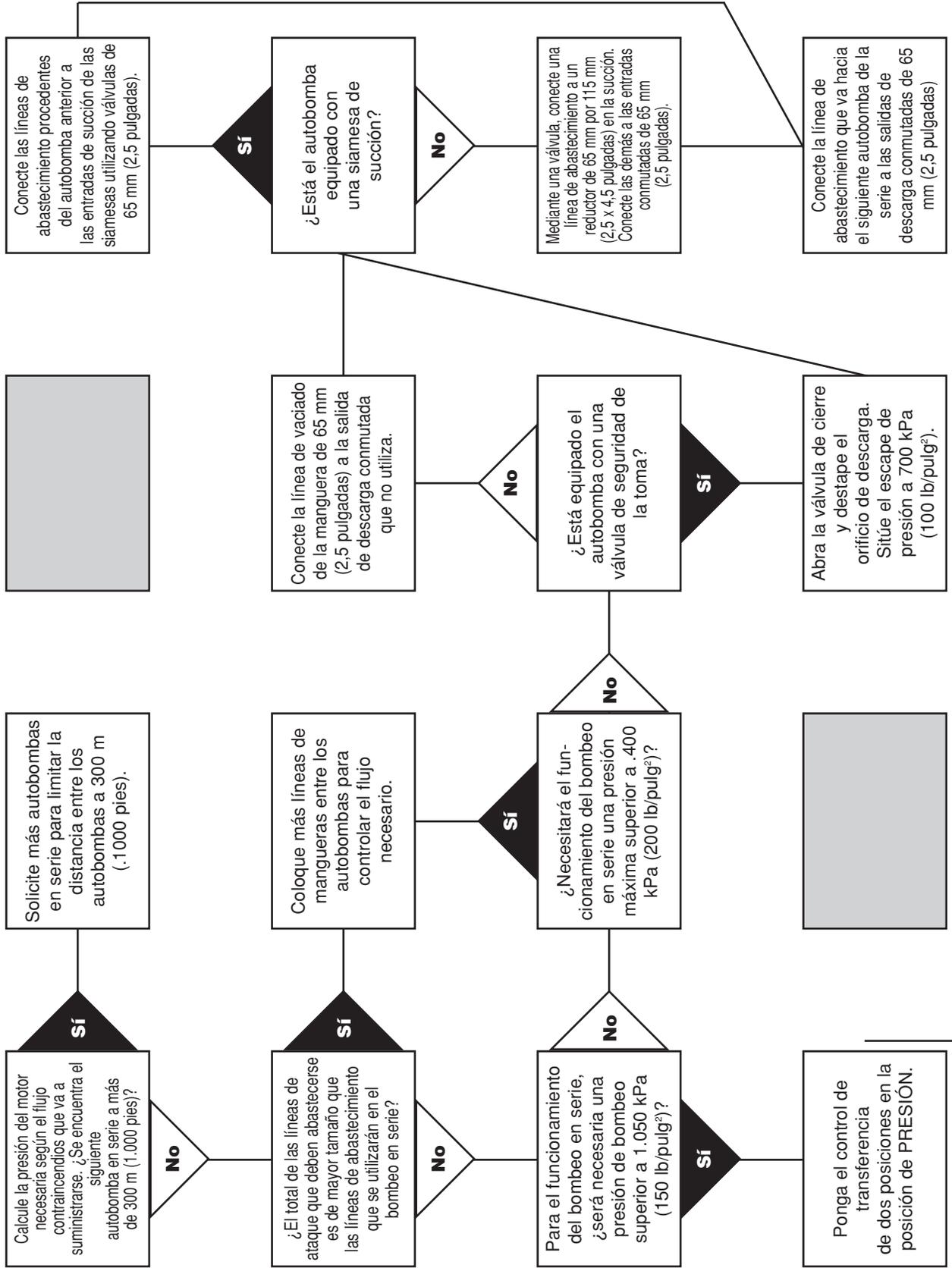
Cómo cerrar el bombeo en serie

Para cerrar una actuación de bombeo en serie, hay que empezar por el lugar del incendio. Si se cierra el autobomba de abastecimiento mientras el resto de la serie sigue en funcionamiento, éstos se quedarán sin agua y puede producirse una cavitación. Empezando por el autobomba de ataque, cada uno de los operarios debe desacelerar lentamente, abrir la línea de vaciado y desembragar desconectar la bomba. Cuando todos los autobombas estén cerrados, puede drenarse la manguera y prepararse para recargarla.

Si desea más información sobre el bombeo en serie y sobre cómo resolver los problemas que presenta este tipo de actuación, consulte la tabla 11.1 del capítulo 11 y el diagrama 13.1 al final de este capítulo.

FUNCIONAMIENTO DEL BOMBEO EN SERIE

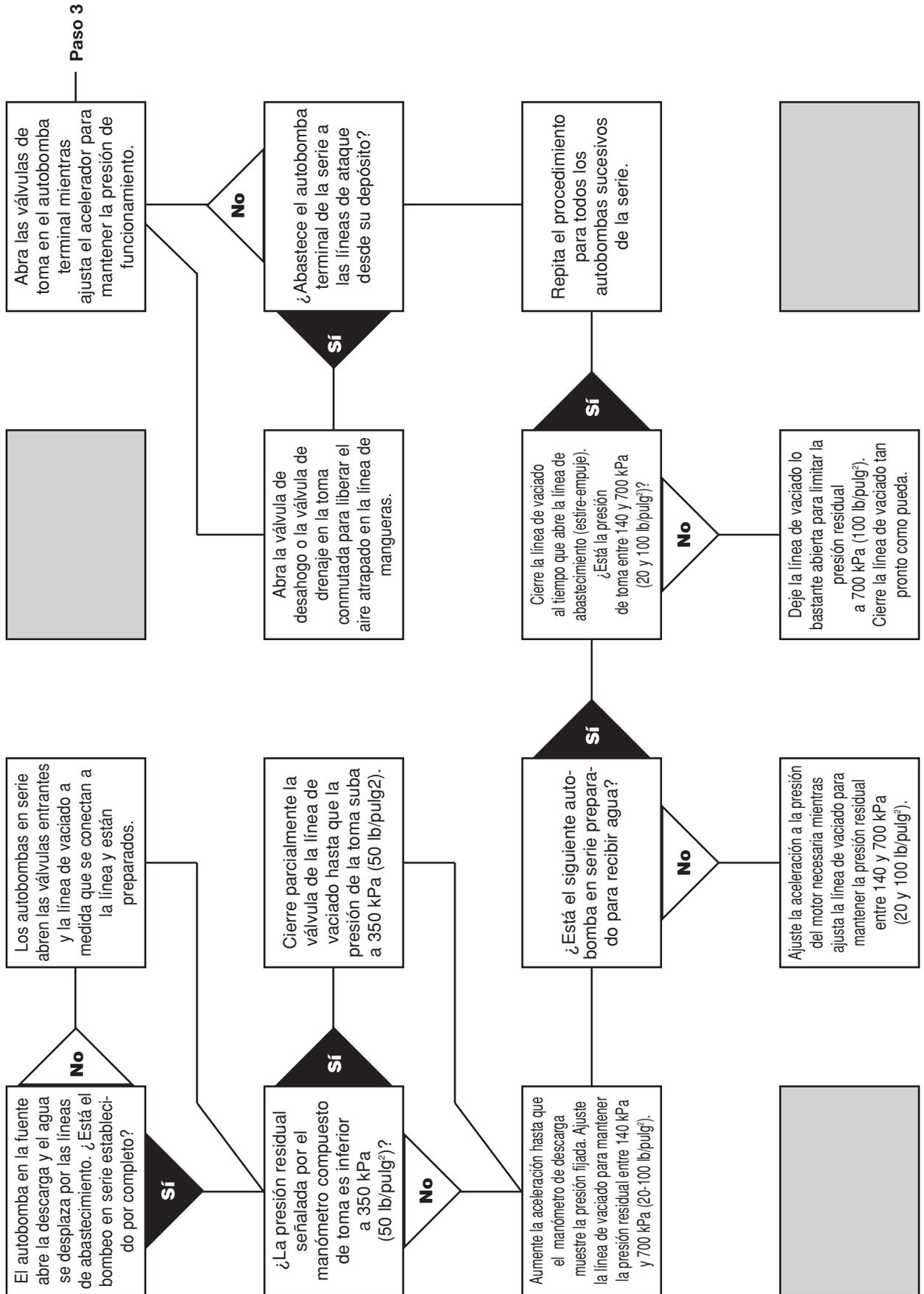
Paso 1: posicionamiento de los autobombas, conexión de las líneas



Paso 2

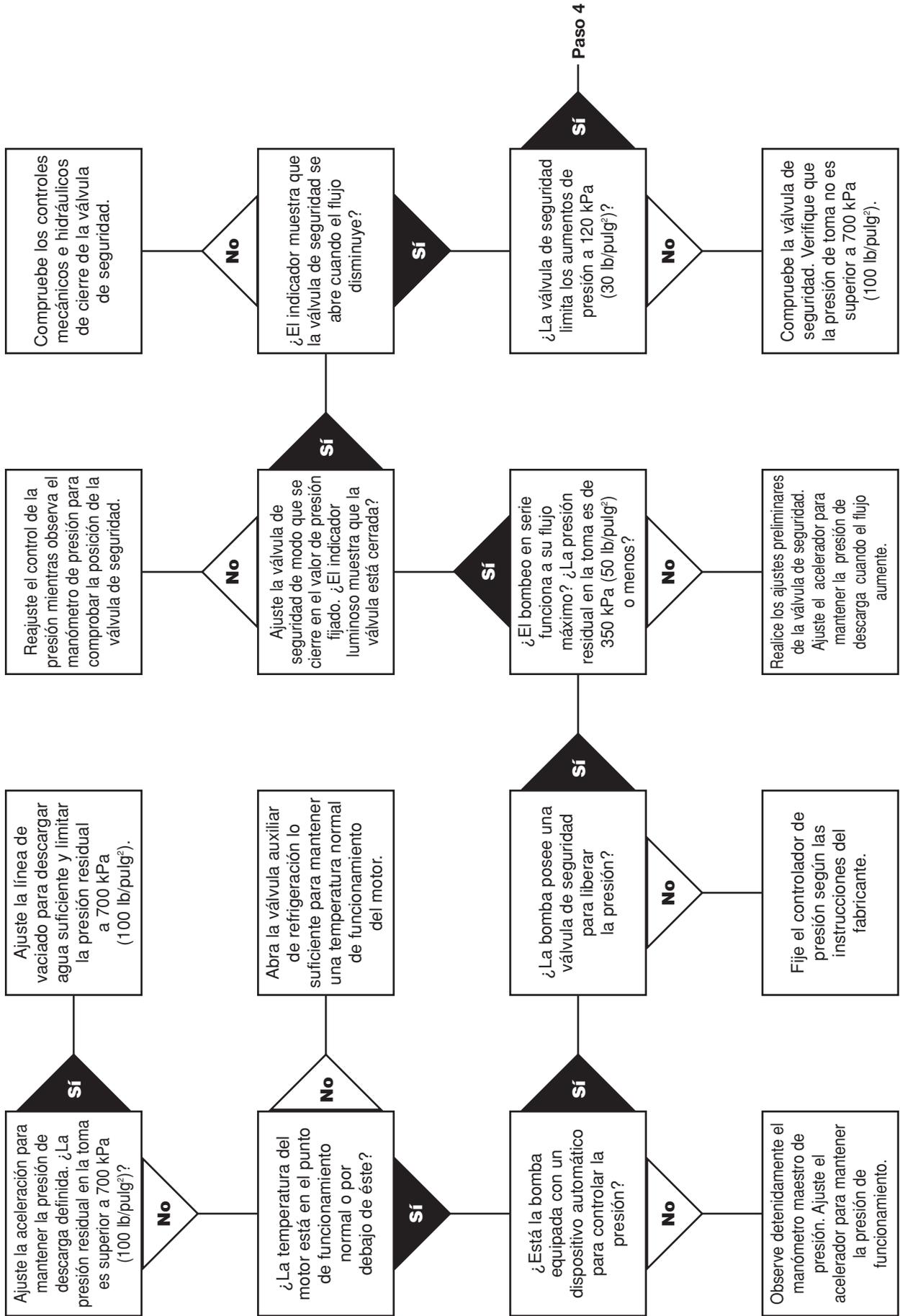
FUNCIONAMIENTO DEL BOMBEO EN SERIE

Paso 2: cómo poner en funcionamiento el bombeo en serie

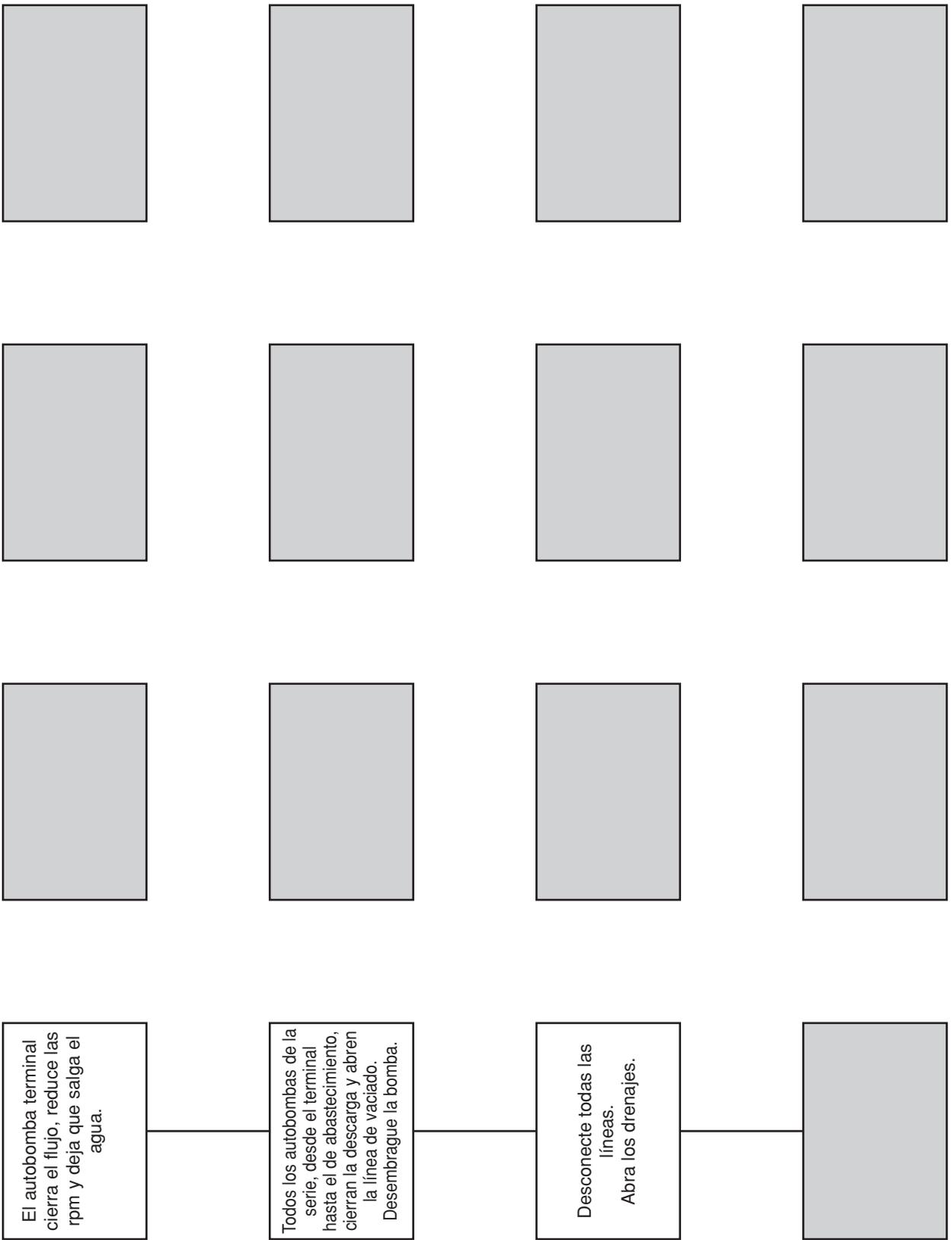


FUNCIONAMIENTO DEL BOMBEO EN SERIE

Paso 3: cómo mantener la presión de funcionamiento



FUNCIONAMIENTO DEL BOMBEO EN SERIE
Paso 4: cómo cerrar el autobomba



Estos organigramas muestran las secuencias adecuadas para la actuación y describen las posibles variables en el proceso. *Organigramas por gentileza de Bill Eckman.*

Actuaciones de trasvase de agua

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información para que el lector pueda cumplir los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) edición de 1998. Las partes de los requisitos de rendimiento laboral tratados en este capítulo están marcadas en negrita.

8-2.1* Dados un lugar de llenado y una o más mangueras de abastecimiento, maniobrar con un vehículo de abastecimiento de agua y situarlo en el lugar de llenado de la actuación de trasvase de agua, de modo que quede bien posicionado, que las mangueras de abastecimiento se unan a las conexiones de toma sin tener que tender mangueras adicionales y que no se choque con ningún objeto presente en el lugar de llenado.

- (a) *Conocimientos requeridos:* los procedimientos locales para establecer un lugar de llenado para la actuación de trasvase de agua; **los métodos para marcar la posición de detención del vehículo; la ubicación de las tomas del depósito de agua del vehículo.**
- (b) *Habilidades requeridas:* determinar la posición adecuada del vehículo, maniobrar el vehículo para colocarlo en el lugar adecuado y evitar los obstáculos presentes en las actuaciones.

8-2.2* Dados un lugar de vaciado y un depósito portátil de agua, maniobrar con un vehículo de abastecimiento de agua y situarlo en el lugar de vaciado de la actuación de trasvase de agua, de modo que toda el agua

descargada desde el vehículo entre en el depósito portátil y no se choque con ningún objeto presente en el lugar de vaciado.

- (a) *Conocimientos requeridos:* los procedimientos locales para establecer el lugar de vaciado de una actuación de trasvase de agua y **la ubicación de las descargas de agua del vehículo.**
- (b) *Habilidades requeridas:* determinar la posición adecuada del vehículo, maniobrar el vehículo para colocarlo en el lugar adecuado y evitar los obstáculos presentes en las actuaciones.

8-2.3* Dados dos o más depósitos portátiles de agua, filtros para niveles bajos de agua, equipos de transferencia de agua, mangueras contraincendios y un vehículo contraincendios equipado con una bomba, establecer un lugar de vaciado para la actuación de trasvase de agua, de modo que el depósito del que se succiona se mantenga lleno en todo momento, que el depósito en el que se echa el agua se vacíe primero y que el agua se transfiera de modo eficaz de un depósito al siguiente.

- (a) *Conocimientos requeridos:* los procedimientos locales para establecer el lugar de vaciado de una actuación de trasvase de agua y los **principios de la transferencia de agua entre múltiples depósitos portátiles de agua.**
- (b) *Habilidades requeridas:* **desplegar depósitos portátiles de agua, conectar el equipo de transferencia de agua y utilizarlo,** y conectar un filtro y una manguera de succión a la bomba.

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) Copyright© 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

Las actuaciones de trasvase de agua, a veces denominadas trasvases de camión cisterna, se utilizan para abastecer de agua a los lugares donde se produce una emergencia y que se encuentran tan lejos de la fuente de abastecimiento de agua que el bombeo en serie no resulta práctico. El *trasvase de agua* es un proceso que consiste en que un camión cisterna descargue en el

lugar de la emergencia el agua que transporta, se desplace hasta un lugar de llenado, vuelva a llenarse y regrese al lugar de la emergencia para volver a descargar el agua (véase la figura 14.1). Durante una emergencia o un incendio grandes, cada camión cisterna puede realizar más de doce viajes de ida y vuelta.



Figura 14.1 Las actuaciones de trasvase de agua se utilizan cuando no es posible efectuar una actuación de bombeo en serie.



Figura 14.2 El autobomba del lugar de llenado carga camiones cisterna vacíos que proceden del lugar de vaciado.

Las actuaciones de bombeo en serie (descritas en el capítulo anterior) y las actuaciones de trasvase de agua son los dos métodos principales para suministrar agua a los lugares de emergencia que se encuentran lejos de fuentes de abastecimiento de agua. Cada uno de estos métodos tiene sus ventajas y sus inconvenientes. Desde un punto de vista táctico, si se puede elegir entre los dos, las actuaciones de bombeo en serie suelen proporcionar una fuente continua de agua más fiable con menos vehículos. Por ejemplo, con cuatro autobombas equipados con mangueras de 5 pulgadas se puede bombear en serie un flujo de 4.000 L/min (1.000 gpm) hasta el lugar de un incendio situado a 1,6 km (1 milla) de la fuente de abastecimiento de agua. Para proporcionar un flujo continuo de 4.000 L/min (1.000 gpm) a lo largo de 1,6 km (1 milla) utilizando una actuación de trasvase de agua, se necesitan más vehículos, entre los que debe haber un mínimo de dos autobombas y varios camiones cisterna.

Asimismo, existe un factor de seguridad que hay que tener en cuenta. Cuando ya se ha establecido una actuación de bombeo en serie, no se producen movimientos de vehículos. A excepción de la remota

posibilidad de que se estropee alguna manguera, las actuaciones de bombeo en serie comportan muy poco peligro. Por otra parte, las actuaciones de trasvase de agua dependen del movimiento constante de los vehículos entre el lugar de la emergencia y la fuente de abastecimiento de agua. Cuantos más vehículos estén en movimiento, más probabilidades existen de que se produzca una colisión.

Las actuaciones de trasvase de agua ofrecen una ventaja. Una vez que el incidente ya ha finalizado, lleva menos trabajo retirar algunos depósitos portátiles de agua y los dispositivos correspondientes que retirar una manguera de gran diámetro de 1,6 km (1 milla) de longitud. En caso de que se haya realizado un tendido con múltiples líneas de abastecimiento de diámetro mediano, aún será más laborioso retirar todas las mangueras.

La elección entre las actuaciones de bombeo en serie y las actuaciones de trasvase de agua suele basarse en la tradición y el tipo de equipo del que disponen una jurisdicción y sus organismos de cooperación mutua. Si han venido utilizando actuaciones de trasvase de agua como método de abastecimiento, lo más probable es que éste sea el método que emplearán en la próxima emergencia en la que intervengan. En las actuaciones prolongadas, puede utilizarse un trasvase de agua al principio del incidente mientras se establece una actuación de bombeo en serie larga. Cuando la actuación de bombeo esté en funcionamiento, puede interrumpirse el trasvase de agua. Esta situación requiere una planificación coordinada, de modo que la actuación de tendido de la manguera no interfiera en la trayectoria de los camiones que realizan el trasvase, lo que podría interrumpir el abastecimiento de agua.

En este capítulo, describiremos los tipos de vehículos que se utilizan en las actuaciones de trasvase de agua y los métodos utilizados para evaluar su eficacia. Asimismo, examinaremos los tres elementos principales que conforman una actuación de trasvase de agua: el lugar de llenado, la trayectoria de los vehículos y el lugar de vaciado.

Existen numerosos métodos para realizar una actuación de trasvase de agua. Se considera que los métodos y procedimientos descritos en este capítulo proporcionan el volumen óptimo de abastecimiento de agua. Es posible que los cuerpos de bomberos que prefieren no seguir estos procedimientos no consigan la cantidad de flujo que lograrían con los métodos descritos en este capítulo. Las jurisdicciones individuales deberán ajustar sus procedimientos en función del equipo y del nivel de entrenamiento que poseen.

Vehículos para el trasvase de agua

Para realizar una actuación de trasvase eficaz, se necesitan dos tipos principales de vehículos: autobombas y camiones cisterna. Cada uno de ellos desempeña un papel importante en las diferentes etapas de la actuación de trasvase de agua.

Autobombas

Para que una actuación de trasvase de agua sea eficaz, se necesita un mínimo de dos autobombas. Se sitúa un autobomba en la fuente de abastecimiento y se utiliza para llenar los camiones cisterna. Esta ubicación se conoce formalmente como *lugar de llenado*. El autobomba que se coloca en ese lugar, suele denominarse *autobomba del lugar de llenado* (véase la figura 14.2). Según el número de camiones cisterna que intervengan en el trasvase y la capacidad de la fuente de abastecimiento de agua, puede utilizarse más de un lugar de llenado o más de un autobomba de llenado, de modo que se puedan llenar dos o más camiones cisterna a la vez.

El segundo autobomba se sitúa en la escena de la emergencia o cerca de ésta y se utiliza para succionar el agua que se va dejando en los depósitos portátiles de agua. Esta ubicación suele denominarse *lugar de vaciado*. El autobomba que se coloca en ese lugar suele denominarse *autobomba del lugar de vaciado* (véase la figura 14.3). Según la distancia que haya entre el lugar de vaciado y el lugar de la emergencia, el autobomba del lugar de vaciado puede actuar también como autobomba de ataque o puede bombear agua a otro autobomba que abastezca a las líneas de ataque. Este aspecto se describe en mayor profundidad más adelante en este capítulo.

En las actuaciones de trasvase de agua pueden utilizarse los autobombas normales de los que disponen los cuerpos de bomberos que se describieron en el capítulo 3. Los autobombas del lugar de llenado, que actúan desde fuentes estáticas de abastecimiento de agua, y los autobombas del lugar de vaciado deben estar equipados con mangueras rígidas de toma y filtros que les permitan realizar la succión. La capacidad mínima de bombeo de los autobombas del lugar de llenado debe ser de 4.000 L/min (1.000 gpm), ya que la NFPA 1901, *Standard for Automotive Fire Apparatus* (Norma sobre vehículos contraincendios), exige que los camiones cisterna estén diseñados para llenarse a una velocidad de al menos 4.000 L/min (1.000 gpm).

Las jurisdicciones que suelen realizar actuaciones de trasvase de agua pueden disponer de vehículos de bombeo especiales diseñados específicamente para llenar camiones cisterna. Estos vehículos especiales suelen ser camiones para tareas ligeras equipados con bombas de



Figura 14.3 El autobomba del lugar de vaciado puede abastecer directamente a las líneas de ataque o realizar un bombeo en serie hasta un autobomba de ataque situado en el lugar del incendio.



Figura 14.4 Algunas jurisdicciones disponen de autobombas del lugar de llenado diseñadas especialmente según sus necesidades. *Gentileza de Rich Mahaney.*



Figura 14.5 Los autobombas de mayor tamaño y con tracción a las cuatro ruedas son excelentes autobombas para el lugar de llenado. *Gentileza de Warren Gleitsmann.*

irrigación o para impulsar aguas con residuos que, además de ser de gran volumen, reciben energía auxiliar y descargan el agua a través de mangueras de gran diámetro. La capacidad de estos autobombas del lugar de llenado alcanza 6.400 L/min (1.600 gpm) con una presión máxima de 550 kPa (80 lb/pulg²) (véase la figura 14.4).

Otras jurisdicciones diseñan los autobombas del lugar de llenado que se montan en bastidores de mayor tamaño con tracción en las cuatro ruedas. Estas unidades suelen disponer de bombas montadas en la parte delantera o conexiones de toma delantera que permiten que los vehículos estén conectados a fuentes estáticas de abastecimiento de agua (véase la figura 14.5).



Figura 14.6a Los camiones con cisternas elípticas están diseñados únicamente para realizar trasvases de agua. *Gentileza de Joel Woods.*



Figura 14.6b Los camiones cisterna rectangulares se parecen a los autobombas del cuerpo de bomberos y, de hecho, pueden utilizarse como tales.

Camiones cisterna

Los camiones cisterna son la parte fundamental de las actuaciones de trasvase de agua (véanse las figuras 14.6 a y b). Tal y como se explica en el capítulo 2 y según la NFPA 1901, los *camiones cisterna* son vehículos que transportan un mínimo de 4.000 L (1.000 galones) de agua. La mayoría de camiones cisterna que se utilizan en la actualidad transportan entre 6.000 y 12.000 L (1.500-3.000 galones) de agua, aunque también se utilizan unidades de tamaño superior e inferior a éstos. Cada cuerpo de bomberos debe elegir el tamaño del depósito de sus vehículos en función de los requisitos locales de agua, las condiciones de la carretera y las restricciones de peso de los puentes. Las restricciones de peso de los vehículos suelen limitar a 6.000 L (1.500 galones) la capacidad máxima del depósito de los camiones que sólo disponen de un eje trasero. Si se utilizan depósitos con una capacidad de 6.000 L (1.500 galones) o más, se necesitan ejes traseros dobles o triples, o remolques tractores.

A la hora de diseñar o adquirir un camión cisterna, los miembros del cuerpo de bomberos deben tener en cuenta cómo se utilizará exactamente el vehículo, de modo que se puedan determinar el tamaño aproximado del depósito y las otras funciones necesarias en el vehículo. Los camiones cisterna que poseen depósitos de agua con una capacidad inferior a 10.000 L (2.500



Figura 14.7 Los autobomba/camión cisterna pueden actuar como vehículo de trasvase o como vehículo de ataque. *Gentileza de Joel Woods.*

galones) y unos tiempos breves de descarga son los más eficaces para las actuaciones de trasvase de agua. Los vehículos con tamaño mayor tardan más tiempo en llenarse y descargarse. Asimismo, son más lentos cuando se desplazan por la carretera y es más difícil maniobrar con ellos en los lugares de llenado y de vaciado. Los camiones cisterna que poseen depósitos de más de 10.000 L (2.500 galones) están más indicados para las actuaciones estacionarias de abastecimiento de agua, como, por ejemplo, cuando se utiliza un camión cisterna a modo de cisterna nodriza para abastecer directamente un autobomba en el lugar del incendio o cuando un camión cisterna llena aeronaves o vehículos de lucha contra incendios forestales para combatir un incendio forestal de grandes dimensiones.

Los camiones cisterna que se utilizan únicamente en las actuaciones de bombeo en serie y que están equipados con un sistema adecuado de vaciado por gravedad no necesitan una bomba. Sin embargo, la mayoría de cuerpos de bomberos prefiere instalar algún tipo de bomba en el camión cisterna. Éstas pueden ser desde bombas pequeñas de toma de fuerza con un flujo de 1.000 L/min (250 gpm) hasta bombas maestras de transferencia con un flujo de 8.000 L/min (2.000 gpm). Los camiones cisterna con bombas de 3.000 L/min (750 gpm) o mayores suelen denominarse autobombas cisterna (véase la figura 14.7).

NOTA: en algunas regiones, el término *autobomba cisterna* se utiliza específicamente para describir un vehículo cuya función principal es la de un autobomba y que, además, está equipado depósito grande de agua. En contraste, el término *cisterna autobomba* se aplica a los vehículos que sirven principalmente para transportar agua, pero que también están equipados con una bomba contraincendios grande. No existe ninguna norma para distinguir estos términos ni una definición aceptada universalmente.

Tal como se explica en el capítulo 4, algunos cuerpos de bomberos que no pueden permitirse comprar camiones cisterna fabricados a medida, pueden transformar otros tipos de vehículos con depósitos para utilizarlos en la lucha contra incendios. Los vehículos que pueden convertirse en camiones cisterna para la lucha contra incendios pueden ser camiones cisterna de crudo, de leche o de aspiración, así como vehículos militares que ya no se utilizan (véase la figura 14.8). Se trata de una alternativa viable a la compra de vehículos fabricados con la finalidad de servir como camiones cisterna en actuaciones de trasvase de agua, siempre que se respeten el límite de peso y las demás capacidades del bastidor del vehículo. Estos bastiones no suelen estar diseñados para soportar el peso del agua que tendrán que transportar. Tenga presente que un litro (galón) de agua (1 kg [8,33 libras]) pesa más que un litro (galón) de gasolina o fueloil (0,67 kg [5,6 libras] y 0,85 kg [7,12 libras] respectivamente). Si se multiplica por 4.000 L (1.000 galones) o más, esta diferencia resulta significativa. Otro problema es que en muchos casos los depósitos de estos vehículos no están divididos de modo adecuado para la lucha contra incendios, por lo que, cuando el vehículo se conduce con la cisterna parcialmente llena, los movimientos del líquido que se transporta pueden hacer que se pierda el control del vehículo.

Si se modifica un depósito para añadir una válvula directa de gran diámetro al depósito de descarga, deben seguirse las instrucciones del fabricante para asegurarse de que no se producen daños estructurales en el depósito como resultado de la instalación. Los cuerpos de bomberos que construyen sus propios camiones cisterna deben intentar ajustarse en la medida de lo posible a los requisitos de la NFPA 1901.

Algunos de los requisitos más importantes de un camión cisterna que se especifican en la NFPA 1901 son los siguientes:

- Los camiones cisterna equipados con una bomba deben disponer de una línea que conecte la bomba con el depósito y que sea capaz de suministrar a la bomba 1.900 L/min (500 gpm) hasta que se haya vaciado por lo menos un 80% del agua del depósito. El diámetro de la línea de llenado que va del depósito a la bomba debe ser de 50 mm (2 pulgadas) como mínimo.
- Los camiones cisterna deben estar equipados, como mínimo, con una conexión externa de llenado conectada directamente al depósito (véase la figura 14.9). Esta conexión externa de llenado debe permitir que el depósito se llene a una velocidad mínima de 4.000 L/min (1.000 gpm). La conexión externa de llenado debe estar equipada con una válvula, un filtro



Figura 14.8 Muchos cuerpos de bomberos con recursos económicos limitados convierten en camiones cisterna vehículos militares o vehículos para la distribución de combustible que ya no se utilizan.

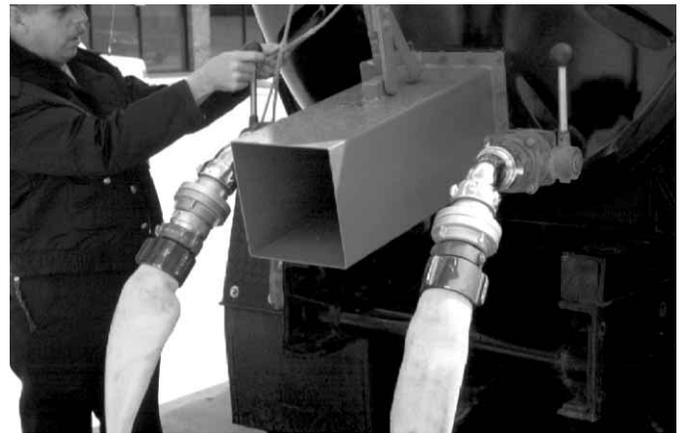


Figura 14.9 Si se llena el depósito directamente, no se utiliza la bomba.



Figura 14.10 Las descargas ubicadas directamente en el depósito son el método más rápido para descargarlo.

y un tubo acodado de 30 grados. Las válvulas de 77 mm (3 pulgadas) o mayores deben tener un diseño que permita cerrarlas lentamente.

- El depósito de los camiones cisterna deben poseer al menos una descarga grande capaz de descargar el 90 por ciento del volumen del depósito a una velocidad media de 4.000 L/min (1.000 gpm) (véase la figura 14.10).



Figura 14.11 Se utilizan dos líneas de mangueras de diámetro mediano para llenar el camión cisterna.



Figura 14.13a Algunas entradas montadas directamente en el depósito se encuentran en la parte inferior de éste.



Figura 14.12 Algunas jurisdicciones utilizan una línea de mangueras de gran diámetro para llenar los camiones cisterna.



Figura 14.13b Algunas entradas montadas directamente en el depósito están conectadas con tuberías que llegan a la parte superior del depósito. Ninguno de los dos métodos presenta ventajas hidráulicas significativas sobre el otro.

Tal y como aprenderemos más adelante en este capítulo, los dos métodos principales que nos permiten aumentar la eficacia de las actuaciones de trasvase de agua son reducir el tiempo de llenado y el de descarga de los camiones cisterna. Todos los demás aspectos del trasvase de agua, como el tiempo de respuesta y el tiempo del trayecto entre los lugares de vaciado y de llenado, son bastante constantes. Los intentos por reducir el tiempo del trayecto son peligrosos y pueden conllevar consecuencias graves. Al diseñar un camión cisterna para

actuaciones de trasvase de agua, debe prestarse especial atención a las capacidades de llenado y vaciado. Los camiones cisterna que se llena utilizando líneas de abastecimiento de diámetro mediano deben poseer como mínimo dos conexiones externas de llenado que vayan directamente al depósito (véase la figura 14.11). Si se utiliza una manguera de gran diámetro, es suficiente una conexión de llenado que llegue hasta el depósito (véase la figura 14.12).

Según el diseño del fabricante del vehículo o las preferencias del comprador, la entrada o las entradas de llenado directo del depósito pueden estar diseñadas de modo que el depósito se llene desde abajo o desde arriba (véanse las figuras 14.13 a y b). Por lo que respecta a la hidráulica, no se puede decir que un diseño presente ventajas sobre el otro. Puesto que la altura de la mayoría de depósitos de agua de las cisternas es inferior a 2 m (6 pies), la contrapresión creada por un depósito casi lleno en una entrada de llenado en la base inferior a 0,5 kPa (3



Figura 14.14 Las mangueras de gran diámetro pueden ser difíciles de manipular en las actuaciones del lugar de llenado.



Figura 14.15 Esta válvula de vaciado puede ajustarse para descargar agua desde tres lados diferentes.

lb/pulg²). Esto no tiene ningún efecto de ralentización que pueda medirse en el proceso de llenado. Las entradas de llenado de los depósitos que están diseñados para llenarse desde la parte superior deben estar diseñados de modo que la manguera pueda conectarse a una altura razonable con respecto al suelo. El agua debe llegar hasta la parte superior del depósito por medio de tuberías fijas. Es difícil conectar las mangueras en las tomas que se encuentran cerca de la parte superior del depósito y, durante el proceso, existe el riesgo de que los bomberos encargados de hacerlas se caigan (véase la figura 14.14).

Durante los últimos años, el aumento en la utilización de mangueras de gran diámetro ha hecho que numerosas jurisdicciones llenen los camiones cisterna utilizando una única línea de gran diámetro. En la práctica, esto no representa grandes ventajas en las actuaciones del lugar de llenado. Después de utilizar una manguera de gran diámetro para llenar el primer camión cisterna, la manguera no estará completamente llena de agua cuando los siguientes camiones cisterna vayan llegando al lugar de llenado. Las mangueras de gran diámetro son muy pesadas y difíciles de mover cuando no se



Figura 14.16 Algunos camiones cisterna especializados disponen de orificios de vaciado frontales.



Figura 14.17 Los vaciados por gravedad no utilizan ninguna fuente mecanizada de presión.

encuentran llenas por completo. Cualquier ventaja que presente este tipo de mangueras con respecto a un flujo superior, puede verse contrarrestada por el aumento del tiempo de manipulación.

Aunque la NFPA 1901 sólo exige que el depósito de un camión cisterna tenga instalada una única descarga grande, que suele denominarse *válvula de vaciado*, se recomienda encarecidamente que cada camión cisterna esté equipado con un mínimo de tres descargas. En la parte trasera del vehículo debe haber una descarga, y las otras dos deben situarse cada una a un lado del vehículo (véase la figura 14.15). Algunos vehículos pueden estar equipados con válvulas de vaciado frontales, pero es difícil establecer un diseño para este tipo de válvulas en la mayoría de vehículos y suelen tener problemas para alcanzar el flujo requerido de 4.000 L/min (1.000 gpm) (véase la figura 14.16).

Los camiones cisterna utilizan principalmente dos métodos para descargar el agua del depósito: vaciados por gravedad y vaciados a chorro. Los *vaciados por gravedad* emplean la fuerza de la gravedad para vaciar el



Figura 14.18 Vaciado a chorro.



Figura 14.19 Ventilación típica de depósito. Gentileza de Bob Esposito.



Figura 14.20 Aunque se trata de un camión cisterna para transportar leche, esta foto muestra los daños que puede ocasionar el hecho de que un depósito no disponga de la ventilación adecuada mientras se vacía. Gentileza de David Grupp.

depósito de agua. Estos vaciados suelen realizarse utilizando tuberías de sección circular o cuadrada de 200 mm (8 pulgadas) o mayores que incorporan una válvula y

que llegan hasta el exterior del vehículo (véase la figura 14.17). En el exterior del vehículo puede haber una prolongación de la tubería de vaciado que ayude a dirigir el agua hacia un depósito portátil. La válvula que activa realmente el vaciado por gravedad puede estar diseñada para abrirse de modo manual desde el lugar de la descarga o a distancia desde la cabina del vehículo. Las válvulas con accionamiento a distancia pueden ser eléctricas, neumáticas o hidráulicas. Las válvulas de vaciado con control a distancia suponen una mayor seguridad para la actuación y eliminan la necesidad de que alguien deba subirse al depósito del vehículo. Asimismo, reducen la posibilidad de que alguien quede atrapado entre el vehículo y el depósito portátil.

Los *vaciados a chorro* utilizan una descarga en línea de diámetro pequeño que se introduce en la tubería de la descarga grande del depósito. La bomba contraincendios del vehículo abastece de agua a la descarga. La descarga en línea crea un efecto de Venturi que hace aumentar el flujo de agua a través de la descarga grande del depósito (véase la figura 14.18). Existen cuatro inconvenientes principales relacionados con los vaciados a chorro:

- El vehículo debe estar equipado con una bomba contraincendios.
- La bomba debe estar encendida antes de vaciar el agua del depósito, por lo que se tarda más en realizar la actuación de vaciado. En la mayoría de casos, el tiempo que se ahorra con el aumento de flujo desde el depósito se ve contrarrestado por el tiempo adicional necesario para poner en marcha el vaciado.
- Puede descargarse agua aunque la bomba no esté en funcionamiento, pero el flujo será considerablemente inferior que si la válvula de vaciado estuviera diseñada para el vaciado por gravedad.
- Sube el precio de compra del vehículo.

En los últimos años, la mayoría de cuerpos de bomberos que han comprado o diseñado camiones cisterna nuevos se han decantado por vaciados por gravedad de mayor tamaño en lugar de por vaciados a chorro. Esto se debe a que su funcionamiento es más sencillo y su instalación es más barata.

Independientemente de los métodos utilizados para llenar y vaciar los camiones cisterna, es importante que también estén equipados con ventilaciones de depósito adecuadas (véase la figura 14.19). Si no se dispone de una ventilación adecuada durante las actuaciones de llenado rápido podría provocarse un avería grave en el depósito debida a la presión. En el caso de las actuaciones de vaciado, la falta de la ventilación adecuada puede provocar un efecto de succión que acabe por deformar el depósito (véase la figura 14.20). El conductor/operario debe

asegurarse en todo momento de que los orificios de ventilación estén abiertos por completo durante el llenado y el vaciado. Algunos camiones cisterna están equipados con trampillas de ventilación controladas a distancia, mientras que en otros es necesario que un bombero suba al depósito y las abra manualmente. Por lo que respecta a la seguridad, se recomiendan las trampillas de ventilación controladas a distancia, ya que eliminan el riesgo de que el bombero se caiga por haber subido sobre el vehículo.

Cómo establecer un trasvase de agua

El éxito o el fracaso de un trasvase de agua suele depender de varias decisiones cruciales que deben realizarse al inicio del incidente, que son

- Localización del lugar de vaciado
- Localización del lugar de llenado
- Ruta de los camiones cisterna entre el lugar de vaciado y el lugar de llenado

Se aconseja que la mayor parte de estas decisiones se tomen durante la planificación de la prevención del incidente según los peligros objetivo y las zonas geográficas en cada jurisdicción. En esta planificación, pueden especificarse el mejor lugar de llenado, los lugares alternativos de llenado, el lugar de vaciado y la ruta conveniente para todos los vehículos de trasvase (véase la figura 14.21). Si se determinan estos aspectos en la planificación de la prevención de incidentes, el jefe de incidente o el supervisor del grupo/sector de abastecimiento de agua no deberán tomar estas decisiones en condiciones de emergencia. Asimismo, la Insurance Services Office, Inc. (ISO) da una valoración superior a las jurisdicciones que poseen acuerdos automáticos de cooperación para las actuaciones de trasvase de agua.

Cómo seleccionar el lugar de vaciado

La ubicación del lugar de vaciado debe estar cerca del lugar del incidente. Sin embargo, las partes delantera y central del incidente pueden no ser siempre las mejores ubicaciones para el lugar de vaciado. Por ejemplo, esto

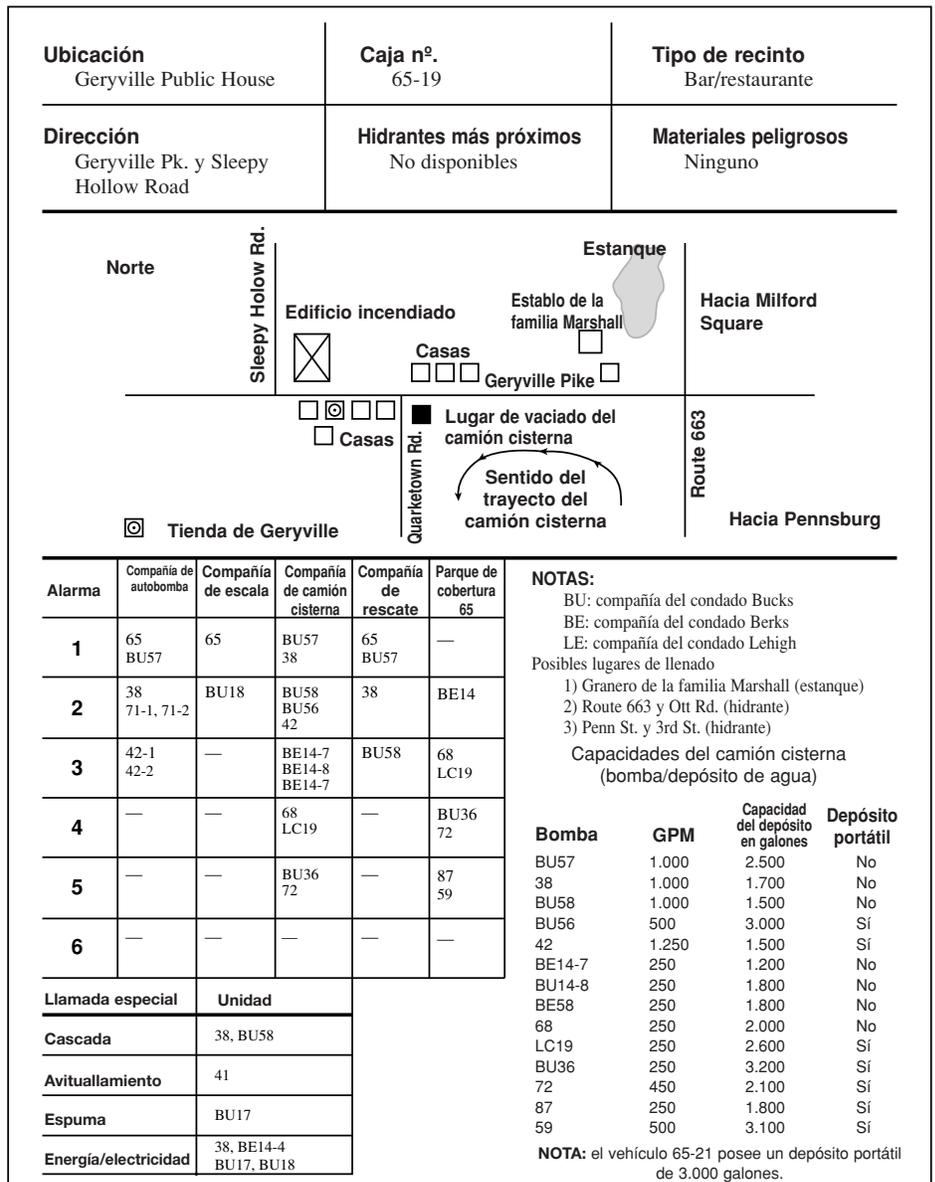


Figura 14.21 Ejemplo de un plan de prevención de incidentes para una operación de trasvase de agua.

sucede cuando el lugar del incendio se encuentra a lo largo de una calle estrecha, de un salida de garaje o de un callejón sin salida. En estos casos, sería recomendable ubicar el lugar de vaciado en la intersección entre la calle estrecha, la salida de garaje o el callejón sin salida, y una calle más ancha (véase la figura 14.22). A continuación, el autobomba del lugar de vaciado envía el agua al autobomba de ataque en el lugar del incendio.

Incluso cuando el lugar del incendio está situado en una calle principal, puede que la parte de delantera del lugar de la emergencia esté bloqueada por los vehículos que hayan llegado pronto. Puesto que habrá líneas de mangueras o dispositivos elevados en funcionamiento, no es práctico volver a distribuir la posición de los camiones con el fin de proporcionar acceso a los vehículos que realizan el trasvase de agua. En ese caso, el

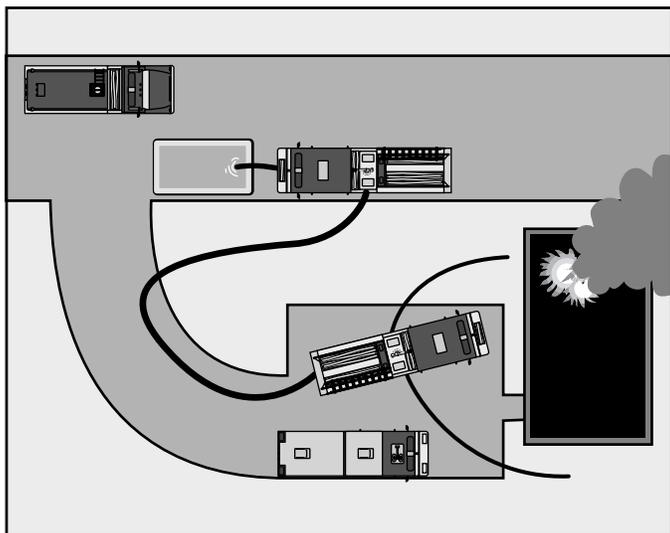


Figura 14.22 Desde el punto de vista táctico, puede resultar más eficaz ubicar el lugar de vaciado al final de la salida de garaje y bombear agua hasta el autobomba de ataque.



Figura 14.23 Si se ubica el lugar de vaciado en una intersección, pueden reducirse al mínimo las maniobras que hay que realizar con el vehículo.

lugar de vaciado puede establecerse en una intersección próxima al lugar del incendio y, al igual que ante, el autobomba situado en el lugar de vaciado suministrará agua a los vehículos de ataque ubicados en el lugar del incendio (véase la figura 14.23). Los aparcamientos grandes situados cerca del lugar del incendio también son excelentes lugares de vaciado (véase la figura 14.24).

Cómo seleccionar el lugar de llenado

Todos los cuerpos de bomberos deben conocer los lugares adecuados de llenado de su jurisdicción antes de que se produzca un incidente. Los conductores/operarios y los oficiales conocer perfectamente todos los hidrantes del sistema de abastecimiento de agua, los hidrantes para fuentes estáticas y las ubicaciones adecuadas para la succión disponibles en el distrito de respuesta. Si es necesario establecer un trasvase de agua, el jefe de incidente o el supervisor del sector/grupo de abastecimiento de agua deben elegir la fuente de abastecimiento de agua adecuada

más próxima al lugar del incidente. Según la situación, la fuente *adecuada* de abastecimiento de agua más próxima puede no ser necesariamente la más próxima. Debido a la seguridad del trayecto o a los requisitos del flujo de agua, a veces puede ser mejor establecer el lugar de llenado en una ubicación algo más alejada del lugar de vaciado que la fuente más próxima.

Por ejemplo, suponga que un incendio necesita un trasvase de agua para proporcionar un flujo de 3.000 L/min (750 gpm) durante un periodo prolongado de tiempo. Las dos fuentes de abastecimiento de agua más cercanas al lugar de vaciado son un hidrante de un sistema rural de abastecimiento de agua que se encuentra a 1,6 km (1 milla) del lugar de vaciado y un hidrante para fuentes estáticas con un buen mantenimiento que se abastece de un gran lago situado a 3,2 km (2 millas) del lugar de vaciado. En ese caso, seguramente será mejor establecer el lugar de llenado en el hidrante para fuentes estáticas ubicado a 3,2 km (2 millas) del lugar de vaciado. Esto se debe a que el hidrante del sistema rural de abastecimiento de agua no puede llenar los camiones cisterna lo bastante rápido para mantener el abastecimiento necesario. El tiempo adicional que se tarda en conducir una milla más en cada sentido se compensa fácilmente con el tiempo que se ahorra en el llenado de los depósitos. Siempre que sea posible, conviene seleccionar un lugar de llenado desde el que se puedan suministrar al menos 4.000 L/min (1.000 gpm); que es la velocidad de llenado que especifica la NFPA 1901 para los camiones cisterna.

Cuando seleccione un lugar de llenado o de vaciado, intente que en dicha ubicación el número de maniobras en general y de maniobras de marcha atrás que tengan que realizar los camiones cisterna cuando lleguen al lugar sea mínimo. De este modo, se acelera la actuación y se reducen las posibilidades de choque en cualquiera de los dos lugares. Los mejores lugares de llenado y de vaciado son aquéllos en que los camiones cisterna van en línea recta de un lugar hasta el otro, de llenado o de vaciado, y luego proceden del mismo modo en dirección contraria (véase la figura 14.25). Si es inevitable realizar maniobras con el vehículo, recuerde que siempre es más fácil hacerlas antes de llenar el depósito.

En las actuaciones de trasvase de agua a gran escala, puede que resulte práctico utilizar diversos lugares de llenado y de vaciado. Esto es especialmente cierto en los casos en que el lugar del incendio es muy grande y se necesita agua en mas de una ubicación en el lugar de la emergencia. De hecho, puede que haya que realizar dos actuaciones de trasvase completamente independientes para abastecer cada una de esas ubicaciones en el lugar del incidente.

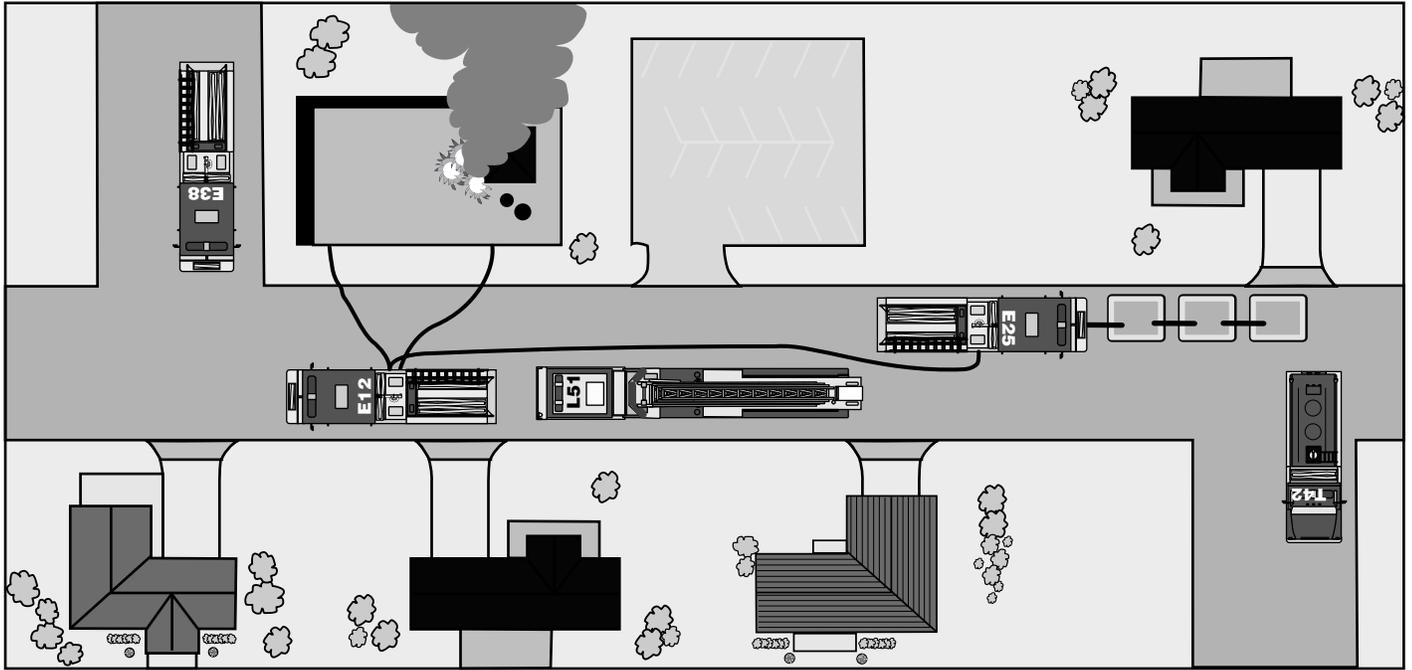


Figura 14.24 Los aparcamientos son un buen sitio para ubicar lugares de vaciado.

Cómo seleccionar la ruta de desplazamiento

A la hora de establecer una actuación de trasvase de agua, una de las decisiones más importantes es determinar la ruta por la que se desplazan los camiones cisterna entre el lugar de llenado y el lugar de vaciado. La conducción por la ruta de trasvase es una de las tareas más peligrosas que debe realizar el conductor/operario del camión cisterna. La ruta de desplazamiento de la actuación de trasvase debe tener en cuenta la seguridad y la eficacia de la actuación.

Se considera que el mejor método para realizar una actuación de trasvase de agua es utilizar una ruta circular de desplazamiento (véase la figura 14.26), ya que, de este modo, los camiones cisterna llenos que salen del lugar de llenado siguen una ruta hasta el lugar de vaciado mientras que los camiones cisterna vacíos abandonan el lugar de vaciado y regresan al lugar de llenado por una ruta diferente. Este método evita que los camiones grandes tengan que cruzarse en carreteras rurales y estrechas. Además, este método puede utilizarse en incidentes que tengan lugar en carreteras de acceso limitado o en autovías divididas por medianas.

Si se utiliza una ruta circular, el sentido del trayecto de cada tramo no es especialmente importante, a no ser que haya una colina o elevación sustancial en uno o ambos tramos. En ese caso, es más recomendable que los camiones cisterna llenos vayan cuesta abajo y que los vacíos vayan cuesta arriba. Esto acelera el desplazamiento entre los lugares de llenado y de vaciado.

Si es posible, deben cerrarse las carreteras utilizadas durante las actuaciones de trasvase al tráfico que no sea



Figura 14.25 Los lugares de llenado en los que los camiones pueden entrar por un lado y salir por otro son excelentes para las actuaciones de trasvase.

de emergencia, lo que resulta muy importante cuando no es posible utilizar un modelo circular de trasvase. En esos casos, los vehículos contraincendios que se desplazan de un lado a otro por la misma carretera provocarán una gran confusión entre los conductores en general que se encuentren en la misma carretera, por lo que el conductor/operario del vehículo que realiza el trasvase debe extremar las precauciones.

Para seleccionar una ruta de desplazamiento en concreto, hay que tener en cuenta otros elementos relativos a la seguridad, entre los que se encuentran los siguientes:

- *Carreteras estrechas.* Los problemas que suponen estas carreteras son las dificultades al cruzarse con otros vehículos y la posibilidad de que los neumáticos del

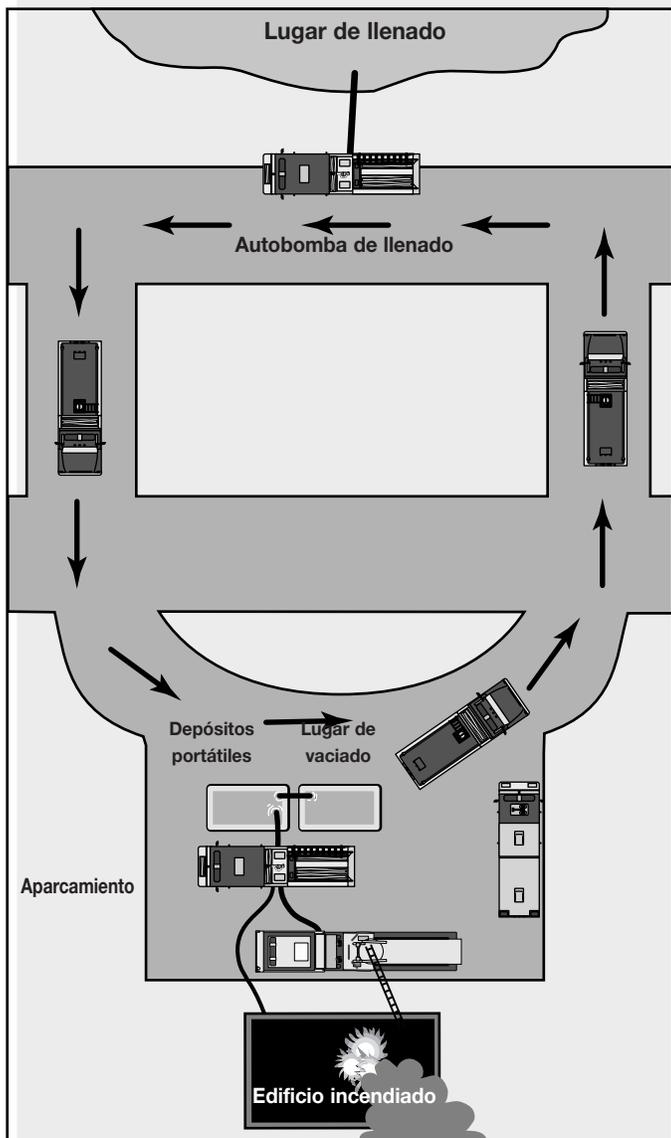


Figura 14.26 La mejor ruta de trasvase es circular.

vehículo se salgan de la superficie de la carretera y, como consecuencia, se produzca un accidente.

- *Salidas de garaje largas.* Las salidas de garaje suelen obligar a los conductores/operarios de los vehículos a realizar maniobras precisas. Una falta de coordinación puede propiciar que los vehículos se aproximen unos a los otros en sentido opuesto, cuya peor consecuencia sería un accidente grave. En el mejor de los casos, uno de los camiones se vería obligado a retroceder al no poder cruzarse con los otros. Más adelante, en el apartado de este capítulo sobre el lugar de vaciado se ofrece información sobre el mejor modo para enfrentarse a salidas de garaje largas.
- *Curvas e intersecciones ciegas.* En una curva ciega, es posible que los vehículos crucen la línea de separación de carriles y ocupen el carril de otro vehículo. Las

intersecciones ciegas suponen un peligro extremo para los conductores/operarios, ya que no pueden ver el tráfico que se aproxima. La situación opuesta también puede producirse si los conductores de los vehículos civiles no pueden ver los camiones cisterna que se aproximan. Si es posible, deben situarse oficiales de policía en las intersecciones peligrosas para que controlen a lo largo de la ruta de trasvase.

- *Carreteras con muchas curvas.* Estas carreteras requieren una gran concentración por parte del conductor/operario. Cualquier distracción, por pequeña que sea, puede provocar un accidente.
- *Pendientes pronunciadas.* Las pendientes pronunciadas, ya sean cuesta arriba o cuesta abajo, pueden provocar problemas a conductores/operarios. Las pendientes cuesta arriba retrasan la actuación de trasvase y provocan un desgaste excesivo del vehículo. Asimismo, las pendientes cuesta abajo pueden resultar peligrosas. El desgaste de los frenos (descrito en el capítulo 4) puede hacer que el conductor/operario no sea capaz de reducir la velocidad del vehículo o de detenerlo en la parte inferior de la pendiente.
- *Condiciones meteorológicas inclementes.* Es necesario evitar las carreteras cubiertas por hielo, nieve, charcos de agua, barro o escombros procedentes de una tormenta.

Trasvases de agua en el sistema de gestión del incidente

Cuando se establece una actuación de trasvase de agua, es importante saber cómo encaja el trasvase dentro de la estructura general de mando de las actuaciones del incidente. En numerosos cuerpos de bomberos se cree que es más eficaz considerar la actuación de trasvase de agua y la actuación en el lugar del incendio como dos actuaciones independientes, ambas supervisadas por un jefe de incidentes. En los incidentes de incendios, el jefe de incidentes dirige personalmente las actuaciones para combatir el fuego y crea un grupo o sector del abastecimiento de agua para controlar la actuación del trasvase de agua (véase la figura 14.27). El nombre que se utilice, ya sea grupo o sector de abastecimiento de agua, dependerá de la terminología empleada por la jurisdicción en lo referente al sistema de gestión de incidentes. Ambos significan lo mismo.

Cuando se establece el grupo/sector de abastecimiento de agua, el jefe del incidente debe poner una persona al mando de este grupo/sector. Esta persona recibirá el nombre de supervisor del grupo/sector (véase la figura 14.28). Aunque intervengan diversas compañías y varios vehículos en el trasvase de agua, sólo el supervisor se comunica directamente con el jefe del incidente. Si el jefe del incidente decide activar la sección

de actuaciones del sistema de gestión de incidentes, entonces el supervisor del grupo/sector de abastecimiento de agua informa al jefe de la sección de actuaciones.

Las jurisdicciones que disponen de múltiples frecuencias de radio piensan que resulta útil utilizar un canal para el trasvase de agua diferente del que se utiliza para la actuación contra el incendio. De este modo, se reducen las transferencias de radio y la confusión. En caso de que el supervisor necesite comunicarse con el jefe del incidente o el jefe de actuaciones, puede pasar a la frecuencia de lucha contraincendios. El nombre que se suele dar al supervisor del grupo/sector de abastecimiento de agua para las comunicaciones de radio es “abastecimiento de agua”. La persona designada para ocupar el puesto de supervisor del grupo/sector de abastecimiento de agua debe poseer una experiencia considerable en actuaciones con autobombas y camiones cisterna, en actuaciones de trasvase y en gestión de incidentes.

Cuando ya se haya designado a un supervisor del grupo/sector de abastecimiento de agua y se haya formulado un plan para la actuación de trasvase de agua, el supervisor debe designar a los responsables del lugar de llenado y de vaciado. Estos pueden ser el conductor/operario o el oficial de la compañía de los autobombas que están aparcados en esos lugares, aunque se puede asignar a cualquier bombero con experiencia para realizar esa función. Por radio, las personas asignadas a esas posiciones suelen denominarse “lugar de llenado” y “lugar de vaciado”. Las personas a cargo de los lugares de llenado y de vaciado deberán estar en comunicación constante la una con la otra y con el supervisor. Cada uno de ellos debe comunicarse con los demás cuando un vehículo finalice sus tareas en un lugar y se dirija al otro. Por ejemplo, si un camión cisterna ha terminado de vaciar la carga, el “lugar de vaciado” debe ponerse en contacto con el “lugar de llenado” y avisarle de que el camión cisterna va hacia allá para volver a llenarlo.

El supervisor debe controlar la demanda de agua en el lugar de vaciado con atención y anticiparse a los problemas antes de que ocurran. Si la demanda es superior al abastecimiento, habrá que solicitar más camiones cisterna. El jefe del incidente debe estar en contacto con el supervisor del grupo/sector de abastecimiento por si las condiciones o las tácticas requieren un cambio significativo en la cantidad de agua utilizada. Entonces, el supervisor del grupo/sector de abastecimiento de agua podrá ajustar los recursos para satisfacer la demanda.

Si hace falta una gran cantidad de agua para una actuación de emergencia, puede que se necesite

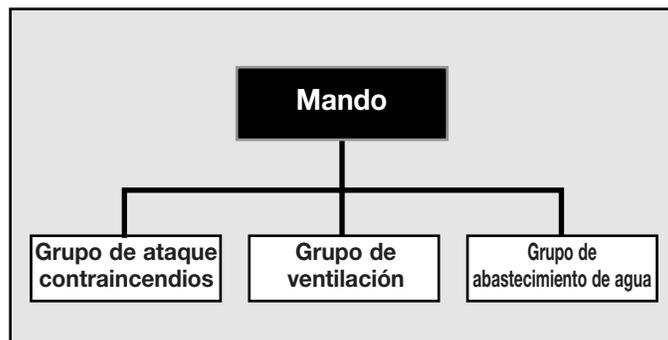


Figura 14.27 Lugar que ocupa el trasvase de agua en la estructura de gestión de incidentes.



Figura 14.28 El oficial de abastecimiento de agua debe identificarse con facilidad.

establecer dos o más actuaciones independientes de trasvase de agua. En ese caso, cada actuación de trasvase dispone de sus propios lugares de llenado y de vaciado. Los camiones cisterna deben asignarse a un recorrido específico de la actuación y permanecer siempre en su recorrido. Si se necesitan dos o más trasvases, habrá que establecer una rama de abastecimiento de agua. La persona encargada de esta área recibirá el nombre de director de la rama de abastecimiento. Cada una de las actuaciones individuales de trasvase tiene su propio supervisor. Las políticas locales para denominar cada uno de los trasvases varían. Por ejemplo, si un trasvase se encuentra en la zona este de un incidente y el otro en la zona oeste, pueden denominarse “trasvase este” y “trasvase oeste”. Las personas encargadas de cada uno de ellos serán el supervisor del trasvase este y el supervisor del trasvase oeste, respectivamente. Cada supervisor designa a una persona para que encabece las actuaciones de llenado y de vaciado que se encuentran bajo su mando (véase la figura 14.29). Si desea más información sobre la gestión del incidente de las actuaciones de emergencia, véase la *IMS Model Procedures Guide for Structural Fire Fighting* (Guía modelo de procedimientos del sistema de gestión de incidentes para la lucha contra incendios estructurales) de la Fire Protection Publications (FPP).

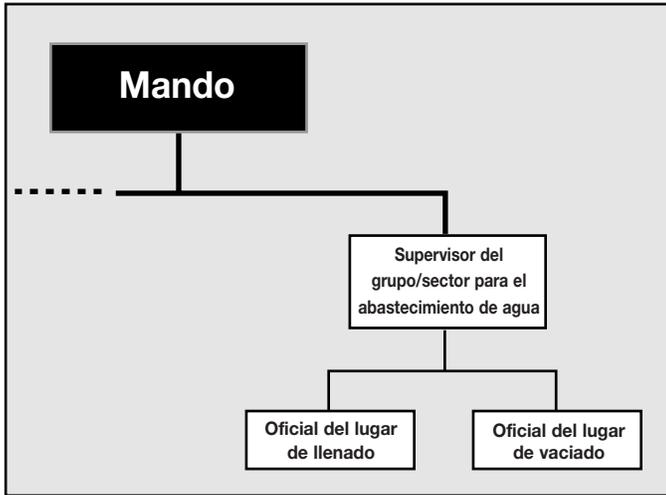


Figura 14.29 Posible organización de los lugares de llenado y de vaciado en el sistema de gestión de incidentes.



Figura 14.30 Autobomba del lugar de llenado.

Actuaciones en el lugar de llenado

El propósito de la actuación en el lugar de llenado es cargar los camiones cisterna tan rápido como sea posible. Durante las actuaciones de trasvase, pueden utilizarse varios métodos para llenar los camiones cisterna, algunos más eficaces que otros. El supervisor del grupo/sector de abastecimiento de agua debe siempre elegir el método que le permita controlar mejor un incidente determinado.

Cómo situar el autobomba en el lugar de llenado

Como ya se ha explicado en este capítulo, una actuación de trasvase puede abastecerse del agua procedente de un hidrante o de una fuente estática. *La IFSTA recomienda que se utilice un autobomba para llenar los camiones cisterna en todas las actuaciones en el lugar de llenado, independientemente de si se utiliza un hidrante o una fuente estática.* Si se utiliza un autobomba exclusivamente como abastecimiento de agua, el flujo del hidrante se aprovecha al máximo y no es necesario tender



Figura 14.31 Si el lugar de llenado está situado en un hidrante con mucha potencia, pueden conectarse múltiples mangueras de toma entre el hidrante y el autobomba.

el equipo de succión en una fuente estática para poder llenar la cisterna. La utilización del autobomba aumenta la seguridad, ya que se controla el movimiento del agua.

En general, el autobomba del lugar de llenado se coloca en la fuente de abastecimiento de agua tal como se describió en el capítulo 5. El conductor/operario debe determinar cuál es la mejor posición para realizar la succión o la conexión al hidrante que, además, permita el acceso máximo a los camiones que deban llenarse (véase la figura 14.30). Lo mejor es colocar el panel de la bomba de modo que el conductor/operario pueda ver tanto la fuente como las actuaciones de llenado. Esto no representa problema alguno para los paneles de bomba montados en la parte superior. Sin embargo, en los vehículos que tienen los paneles de la bomba montados en el lateral, los paneles suelen estar colocados alejados del agua, ya que las mangueras de descarga de la toma en el lado opuesto, de modo que el conductor/operario sólo puede observar las actuaciones de llenado del camión cisterna. Asimismo, es posible que los vehículos equipados con bombas montadas en las partes delantera o trasera deban colocarse de modo que no permitan al conductor/operario observar la actuación de llenado de la cisterna. Lo ideal sería que todos los camiones cisterna se llenaran a una velocidad mínima de 4.000 L/min (1.000 gpm).

Si se coloca el autobomba al lado de un hidrante, el conductor/operario debe conectar, como mínimo, una manguera de toma de gran diámetro entre la toma grande de la bomba y la conexión de vapor del hidrante. Si el hidrante se encuentra instalado en una tubería muy potente, pueden conectarse líneas de mangueras de diámetro mediano entre la(s) salida(s) de 65 mm (2,5 pulgadas) del hidrante y la(s) toma(s) auxiliare(s) de la bomba (véase la figura 14.31). De este modo, se aprovecha al máximo la cantidad de agua que el autobomba puede descargar en el camión cisterna.

Si se sitúa el autobomba para realizar una succión, debe elegirse un lugar que requiera una cantidad mínima de elevación o de manguera rígida de toma. De este modo, se aprovecha al máximo la cantidad de agua que puede proporcionarse al camión cisterna. Recuerde que el número de líneas de descarga hasta el lugar de llenado del camión cisterna puede ampliarse o reducirse según sea necesario. El autobomba del lugar de llenado no tiene por qué estar ubicado en el mismo lugar donde se llenan los camiones cisterna.

Pueden existir fuentes estáticas de abastecimiento de agua a las que los autobombas del cuerpo de bomberos no puedan acceder de modo alguno. En esos casos, pueden utilizarse dos o más bombas portátiles de gran volumen para bombear agua hasta el lugar donde se encuentre el autobomba, si hay menos de 30 m (100 pies) entre la fuente y el autobomba. El autobomba del lugar de llenado puede recibir agua desde una bomba o desde varias bombas portátiles principalmente de dos modos. El primero consiste en conectar la(s) manguera(s) de descarga que salen de la(s) bomba(s) portátil(es) directamente en la conexión de toma de la bomba. El segundo método consiste en establecer un depósito portátil de agua al lado del autobomba del lugar de llenado. La línea o líneas de descarga que salen de la(s) bomba(s) portátil(es) se utilizan para llenar el depósito portátil (véase la figura 14.32). A continuación, el autobomba del lugar de llenado succiona el agua de ese depósito para llenar los camiones cisterna entrantes.

Independientemente de si se utiliza un hidrante o una fuente estática, es necesario que el autobomba del lugar de llenado suministre constantemente agua a una línea nodriza o a otro tipo de línea pequeña de descarga que esté a la vista del conductor/operario. De este modo, se garantiza que no se producirá pérdida de cebado durante las actuaciones de succión. Si se trabaja desde un hidrante, se garantiza que no se producirá un sobrecalentamiento mientras las líneas de descarga no estén llenando los camiones cisterna. Si se trabaja desde un abastecimiento estático, la línea de descarga debe devolver el agua a la fuente.

Tendido en el lugar de llenado

Después de colocar el autobomba del lugar de llenado en la fuente de abastecimiento de agua, tienda el resto de la manguera y los accesorios necesarios para trabajar en ese lugar. La distribución real de la(s) manguera(s) de descarga utilizada(s) para llenar los camiones cisterna varía según el diseño y la política de los equipos locales. En este manual, se asume que todos los camiones cisterna poseen en la parte trasera dos conexiones directas de 65 mm (2,5 pulgadas) para el llenado de la



Figura 14.32 Se pueden utilizar bombas portátiles para llenar el depósito portátil, del que a su vez puede succionar agua el autobomba del lugar de llenado.



Figura 14.33 Los camiones cisterna vacíos deben situarse cerca del lugar de llenado para que puedan colocarse en el lugar donde se llenarán en cuanto quede un sitio libre.

cisterna o una conexión directa para una manguera de gran diámetro que servirá para realizar el llenado de la cisterna. Estos son los tipos de conexiones de llenado más habituales y eficaces en la mayoría de camiones cisterna.

Lo primero que hay que determinar es el lugar exacto donde hay que aparcar el camión cisterna cuando llegue al lugar de llenado. Debe estar posicionado de tal modo que la longitud de manguera necesaria desde el autobomba del lugar de llenado sea mínima. Sin embargo, hay que sopesar este aspecto teniendo en cuenta otras consideraciones. La posición ideal de llenado es la que permite que el conductor/operario por un sitio y salir por otro sin necesidad de girar o dar marcha atrás. Asimismo, la posición debe dejar espacio suficiente para que los camiones cisterna vacíos se pongan en fila y esperen su turno de llenado sin que supongan un peligro para el tráfico (véase la figura 14.33).

Tras haber establecido el lugar exacto de llenado, puede utilizarse un cono de señalización o un marcador similar para indicar el lugar donde deberá el conductor/operario detener el camión cisterna. El cono debe colocarse en el lateral de la carretera o en algún lugar seguro en un



Figura 14.34 Desplace el vehículo hacia delante hasta que la puerta del conductor esté a la misma altura que el cono de tráfico.



Figura 14.35 Pueden utilizarse abrazaderas para mangueras sobre las líneas de llenado.

aparcamiento. El conductor/operario del camión cisterna debe estar entrenado para situar el vehículo al lado del cono de modo que la puerta del conductor quede frente al cono (véase la figura 14.34). De este modo, la manguera de llenado queda en la parte trasera del vehículo y se reduce la necesidad de hacer retroceder y avanzar las líneas de mangueras cuando llega cada vehículo.

Si los camiones cisterna que se están llenando poseen conexiones directas de 65 mm (2,5 pulgadas) para llenar la cisterna, deben tenderse dos líneas de mangueras de diámetro mediano hacia la ubicación que corresponde aproximadamente al lugar donde quedará la parte trasera del camión cisterna cuando éste se haya aparcado para llenarlo. Si se dispone de una manguera de 77 mm (3 pulgadas), debe utilizarse, ya que así la cisterna se llena más rápido. Cada una de estas líneas de mangueras debe tener instalada una válvula compuerta entre el último y el penúltimo tramos de manguera. Estas válvulas se utilizan para abrir las líneas cuando ya están conectadas al camión cisterna que hay que llenar. Si no se dispone de válvulas compuerta, pueden utilizarse abrazaderas para mangueras (véase la figura 14.35). Un gran número de jurisdicciones prefiere equipar las entradas de las conexiones directas de llenado de la cisterna con coples Storz (asexual) (véase la figura 14.36). Estos coples hacen que la conexión de la manguera al vehículo sea más rápida. Si el vehículo está equipado con conexiones Storz, puede que sea necesario instalar adaptadores Storz en los extremos de las mangueras utilizadas para llenar los camiones cisterna. También pueden utilizarse otros tipos de conexiones, como, por ejemplo conexiones Camlock. Lo principal es que todos los vehículos que intervienen en el trasvase deben utilizar el mismo tipo de conexión para no tener que cambiarlo cada vez que haya que llenar un vehículo diferente.

Si los camiones cisterna que se llenan poseen tomas directas con mangueras de gran diámetro para realizar el llenado de la cisterna, sólo suele ser necesario tender una manguera de gran diámetro que vaya desde el autobomba del lugar de llenado hasta el lugar de llenado. Si no se puede colocar en la manguera de gran diámetro una válvula de compuerta grande montada en línea, puede colocarse un cuadro de válvulas para mangueras de gran diámetro entre los dos últimos tramos de manguera y utilizarlo como válvula de compuerta. Por regla general, no resulta práctico controlar el flujo de agua para las actuaciones de llenado que se realizan con mangueras de gran diámetro en las que se utiliza una abrazadera para mangueras. Las abrazaderas para mangueras de gran diámetro suelen disponer de un diseño de cierre por rosca, por lo que lleva cierto tiempo abrirlas y cerrarlas. Si no se dispone de una válvula de compuerta o de un cuadro de válvulas, es mejor abrir y cerrar las líneas de gran diámetro utilizadas en el llenado desde el panel de la bomba del autobomba del lugar de llenado.

Si algunos de los camiones cisterna que deben llenarse disponen de tomas de 65 mm (2,5 pulgadas) y otros disponen de tomas de manguera de gran diámetro, debe

tenderse la manguera con la que resulte más sencillo realizar la conexión a ambos tipos de toma. El mejor método para hacerlo es tender una manguera de gran diámetro hasta la zona próxima al lugar de llenado y conectar un cuadro de válvulas a esa línea de mangueras de gran diámetro. En el cuadro de válvulas, hay que conectar una línea de mangueras de gran diámetro y dos de diámetro mediano. De este modo, pueden utilizarse las válvulas de compuerta del cuadro de válvulas para accionar las líneas que estén en funcionamiento en un momento dado. Un bombero equipado con una radio y que tenga conocimientos sobre el movimiento del agua, preferiblemente un operario de bomba, debe supervisar el cuadro de válvulas.

Métodos de llenado por la parte superior

El método anterior para realizar el tendido de un lugar de llenado se considera muy eficiente en la mayoría de situaciones. Sin embargo, según las tradiciones locales y el diseño del equipo, pueden utilizarse otros métodos para llenar los camiones cisterna. En algunas jurisdicciones, es más habitual llenar el camión cisterna a través de la apertura de llenado o de ventilación situada en la parte superior del vehículo, lo que puede realizarse utilizando equipos de llenado fijos o portátiles. Evidentemente, si se utiliza un equipo fijo, el lugar de llenado se limita a la ubicación elegida.

Uno de los métodos de llenado por la parte superior utiliza las tuberías superiores permanentes o portátiles que se emplean en las fuentes estáticas de abastecimiento de agua. Las tuberías de llenado portátiles suelen estar fabricadas en PVC o en algún otro material ligero. Las tuberías superiores fijas pueden ser de cualquier material que se considere adecuado. Estos dispositivos se utilizan colocando un extremo en la tubería de llenado y el otro extremo en la fuente estática. Un autobomba descarga agua hacia un chorro en línea que se encuentra dentro de la tubería de llenado. De este modo, el flujo en el interior de la tubería de llenado es elevado. Es necesario bombear dichos chorros en línea a 1.050 kPa (150 lb/pulg²) y proporcionar un flujo de entre 2.800 y 3.200 L/min (entre 700 y 800 gpm) a través de tuberías de 100 mm (4 pulgadas). Las tuberías con mayor diámetro proporcionan más flujo. Sólo se saca provecho de estos dispositivos en los casos en los que los camiones cisterna no poseen ningún otro sistema de llenado además de la apertura superior. En caso que se disponga de otro sistema, resulta más eficaz que el autobomba que suministra el chorro en línea succione agua del lugar de llenado y la bombee directamente a los camiones cisterna.

Otro método que también utiliza tuberías superiores emplea además cuadros de válvulas permanentes o



Figura 14.36 Si se utilizan coples Storz, se conectan más rápido las líneas de llenado.



Figura 14.37 Algunas jurisdicciones disponen de torres permanentes de llenado para los camiones cisterna de carga superior.

portátiles. Los tipos permanentes están situados al lado de la fuente de agua y se abastecen del autobomba del lugar de llenado (véase la figura 14.37). Las fuentes de agua pueden ser hidrantes o fuentes estáticas de abastecimiento. Gracias a estos dispositivos, el autobomba del lugar de llenado se conecta entre el abastecimiento de agua y la tubería de llenado para proporcionar agua a un camión cisterna cuando éste se encuentra bajo el pitón de llenado. Si la fuente de abastecimiento es fiable, pueden conseguirse altos índices de llenado utilizando estos dispositivos. El inconveniente que tienen es que pueden ser necesario realizar algunas maniobras (con su consecuente pérdida de tiempo) para que la apertura del depósito quede directamente debajo del pitón de llenado.

No se recomienda llenar un depósito por la parte superior utilizando un dispositivo de llenado portátil o un extremo de manguera abierto, debido a la reacción de la línea de mangueras. Lo más importante es la seguridad del bombero, que pueden caerse o resbalar desde el depósito mientras realizan un llenado por la parte superior con este método.



Figura 14.38 El personal de conexión y desconexión debe permanecer siempre junto a las líneas de mangueras.

Cómo actuar en el lugar de llenado

Si el autobomba del lugar de llenado ya está conectado a la fuente de abastecimiento de agua y todas las mangueras y el equipo adecuado ya se han tendido, pueden iniciarse las actuaciones en el lugar de llenado. Como se indicó previamente, es recomendable que el autobomba esté preparado y con las líneas para llenar el camión cisterna cargadas en todo momento. Es necesario que fluya agua continuamente por una línea nodriza o alguna línea de descarga para que no se pierda el cebado (mientras se succiona) y para evitar el sobrecalentamiento de la bomba (si está conectada a un hidrante).

Debe asignarse un bombero para manipular cada una de las líneas que se tiendan para llenar los camiones camión cisterna. A estos bomberos se les denominan personal de *conexión y desconexión* de líneas. Sus responsabilidades principales son realizar las conexiones de llenado cuando llega el camión cisterna y desconectar la manguera o las mangueras cuando el depósito está lleno (véase la figura 14.38). Este personal se queda junto a esas líneas hasta que otros bomberos los reemplazan.

Cuando el camión cisterna llega al lugar de llenado, el conductor/operario deberá colocarse cuidadosamente en la posición de llenado hasta que la puerta del conductor se encuentre en una posición paralela al cono de tráfico que señala el lugar de detención. El personal de conexión y desconexión debe encontrarse en algún lugar seguro y alejado del lugar de llenado mientras se aproxima el vehículo. Cuando el vehículo se haya detenido por completo, este personal conecta las mangueras de llenado a las tomas directas de llenado del depósito. Después de conectar las mangueras, se pueden abrir las válvulas de toma correspondientes. Llegados a

este punto, el personal de conexión y desconexión vuelve a las válvulas de compuerta o al cuadro de válvulas de las mangueras de llenado y abre las válvulas lentamente para que el agua empiece a fluir. Deben permanecer en la válvula de compuerta o el cuadro de válvulas hasta que la cisterna esté llena.

Mientras tiene lugar el llenado, el conductor/operario del camión cisterna debe permanecer en la cabina del vehículo. De este modo, se garantiza que el vehículo pueda conducirse en cuanto el depósito esté lleno y se hayan desconectado las mangueras. Los demás camiones cisterna que lleguen a la zona de llenado mientras se está llenando un camión deben permanecer a la espera a una cierta distancia de seguridad y en una fila ordenada. Cuando el conductor/operario del camión cisterna ve que el primer camión cisterna abandona la zona de llenado, el siguiente camión de la fila puede avanzar con cuidado hasta el lugar de llenado.

Si hay espacio suficiente en el lugar de llenado, puede tenderse un segundo juego de líneas de llenado desde el autobomba hasta un segundo camión cisterna. Mientras se llena un camión cisterna, el segundo camión puede avanzar hasta la posición adecuada y conectar las líneas de llenado (véase la figura 14.39). Cuando se ha llenado el primer camión cisterna y se han cerrado las líneas, pueden abrirse las líneas que van hasta el segundo camión y comenzar a llenarlo inmediatamente. Cuando el primer camión cisterna se aleje del lugar de llenado, el siguiente camión cisterna puede colocarse en su lugar y prepararse para el llenado. A menos que el autobomba del lugar de llenado esté conectado a un hidrante de flujo alto, no es recomendable llenar dos camiones cisterna al mismo tiempo.

Cuando el depósito de agua esté completamente lleno, lo primero que debe hacer el personal de conexión y desconexión es cerrar lentamente las válvulas de compuerta o del cuadro de válvulas. A continuación, deben dirigirse a la conexión de la entrada directa de llenado del depósito y utilizar la válvula de desahogo para liberar la presión de las líneas. Después de liberar la presión, hay que desconectar las mangueras y dejarlas a un lado en el lugar de llenado. El conductor/operario debe recibir la señal de que puede volver al lugar de vaciado. Uno de los bomberos del personal de conexión y desconexión debe ser el encargado de hacer esa señal. A continuación, el siguiente camión cisterna deberá avanzar hasta el lugar de llenado y el proceso se repetirá. Los camiones cisterna sólo deben desplazarse cuando lo indique la persona encargada de dar la señal.

El personal de conexión y desconexión o el oficial del lugar de llenado deben controlar las condiciones del

suelo alrededor del lugar de llenado a medida que avanzan las actuaciones. Es inevitable derramar mucha agua en esa zona. En condiciones de congelación, puede comenzar a formarse hielo. Si la carretera no está pavimentada, puede convertirse en un barrizal. En cualquier caso, puede que sea necesario ajustar la ubicación del lugar de llenado por motivos funcionales y de seguridad.

Cómo finalizar la actuación en el lugar de llenado

Es necesario seguir el procedimiento descrito anteriormente hasta que el jefe del incidente considere que la actuación de trasvase de agua ya no es necesaria. Si se determina que la actuación ya no es necesaria, el lugar de llenado debe continuar funcionando hasta que se hayan rellenado todos los camiones cisterna que han participado en el trasvase. La mayoría de jurisdicciones prefieren llenar sus camiones cisterna antes de iniciar el regreso al parque de bomberos. De este modo, se aseguran de que tendrán suficiente agua para enfrentarse a cualquier incidente que pueda surgir en el camino de regreso. Asimismo, estos vehículos estarán disponibles para responder de inmediato a cualquier emergencia. Si el lugar de llenado se establece en una fuente estática de abastecimiento de agua, no se sigue esta norma. En ese caso, es más recomendable esperar hasta que el camión cisterna se sitúe en un hidrante para llenar la cisterna antes de volver al parque. Se recomienda que el vehículo más alejado del lugar del incendio sea el primero en salir.

Después de haber llenado todos los camiones cisterna, se pueden cerrar el autobomba del lugar de llenado y el equipo para tenerlos preparados para volver al servicio. Recuerde que, si la fuente de abastecimiento de agua era una fuente estática, hay que limpiar todas las bombas y el equipo para eliminar las piedras y otros escombros que podrían haber entrado en el sistema.

Actuaciones en el lugar de vaciado

En una actuación de trasvase de agua, el extremo opuesto del lugar de llenado es el lugar de vaciado. El lugar de vaciado se encuentra cerca del incidente y su objetivo es proporcionar una fuente continua de agua para abastecer a los vehículos que combaten en el lugar del incidente. Existe una variedad de métodos que pueden utilizarse para establecer un lugar de vaciado, así como diversos métodos para descargar el agua de un camión cisterna. Al igual que con las actuaciones en el lugar de llenado, mencionaremos algunos de esos métodos, pero nos centraremos en los que se consideran más eficaces para las actuaciones a largo plazo de trasvase de grandes volúmenes de agua.



Figura 14.39 Si el espacio lo permite, se puede conectar un segundo camión cisterna a las mangueras de llenado mientras se carga el primero.

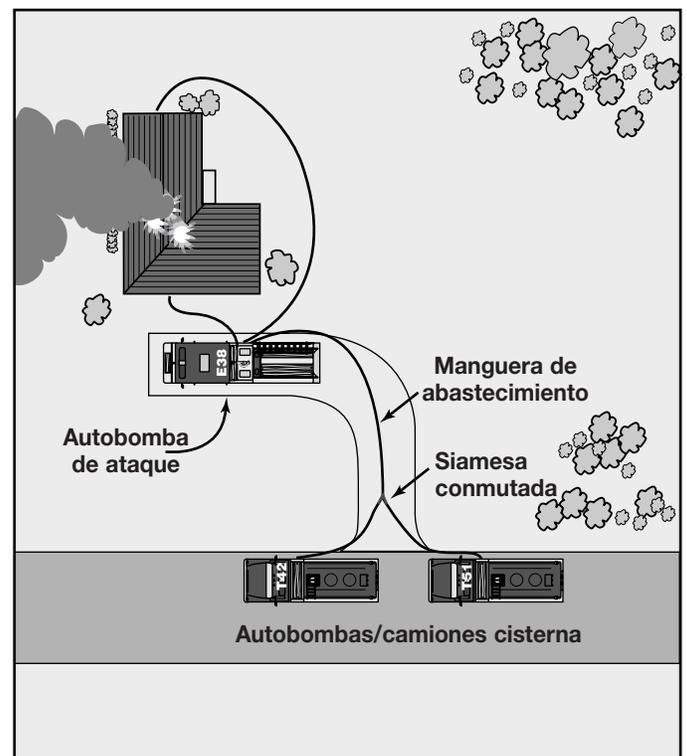


Figura 14.40 Pueden utilizarse actuaciones de bombeo directo en caso de que no se disponga de depósitos portátiles.

Métodos de actuación en el lugar de vaciado

A continuación, se nombran los tres métodos principales que se utilizan en un lugar de vaciado:

- Actuaciones de bombeo directo
- Actuaciones con cisterna nodriza
- Actuaciones con depósitos portátiles de agua

Actuaciones de bombeo directo

En el método de bombeo directo, un camión cisterna bombea agua directamente desde su cisterna hasta la

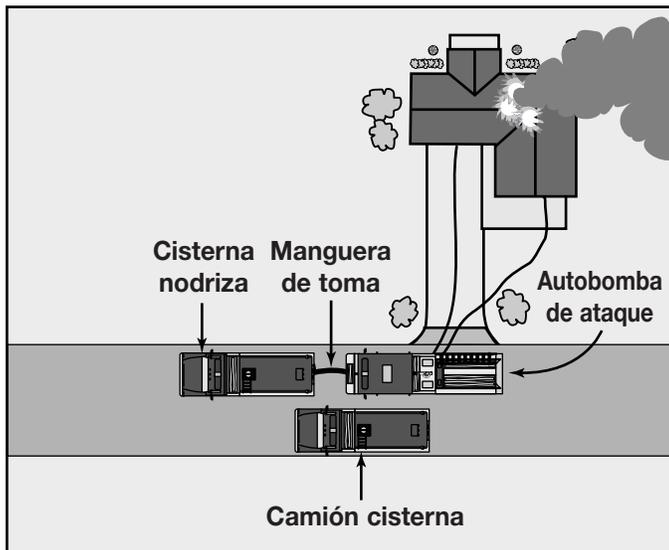


Figura 14.41 En las actuaciones con cisternas nodrizas, el vehículo de ataque succiona el agua directamente del camión cisterna y no de depósitos portátiles.



Figura 14.42 Los lugares de vaciado con depósitos portátiles son los más recomendables para las actuaciones con un abastecimiento continuo de agua.

bomba del autobomba de ataque. Este método suele realizarse haciendo que el autobomba de ataque tienda una línea de abastecimiento hasta un lugar al que puedan acceder con facilidad los camiones cisterna que se aproximan al incidente. Cuando el camión cisterna llega al “lugar de vaciado”, la manguera de abastecimiento se conecta a una descarga de la bomba del camión cisterna (véase la figura 14.40). El contenido del depósito de agua del camión cisterna se bombea al autobomba de ataque. En algunos casos, se coloca una siamesa en el lugar de vaciado, de modo que dos autobombas pueden bombear agua hacia la línea de abastecimiento.

La única ventaja real del método de bombeo directo es que el camión cisterna no tiene que aparcar directamente al lado del autobomba de ataque. Sin

embargo, este método presenta numerosos inconvenientes. Resulta muy difícil, si no imposible, que el abastecimiento de agua al autobomba de ataque sea constante. Cada vez que los camiones cisterna se conecten o se desconecten de la manguera de abastecimiento el flujo se verá interrumpido. Además, este método exige que todos los camiones cisterna dispongan de una bomba. Los camiones cisterna con bombas de capacidad pequeña o sin bombas no sirven para aplicar este método. Las bombas con una capacidad inferior no pueden suministrar agua al autobomba de ataque a la misma velocidad con la que el autobomba descarga agua sobre el incendio.

Actuaciones con cisterna nodriza

El segundo método que describiremos es la actuación con cisterna nodriza. En este método, en un camión cisterna de grandes dimensiones aparca justo al lado del autobomba de ataque. El autobomba de ataque se abastece de una línea de descarga procedente de la bomba de la cisterna nodriza o succionando directamente del depósito de la cisterna nodriza (véase la figura 14.41). Los cuerpos de bomberos que disponen de camiones cisterna con un remolque tractor suelen utilizarlos cuando emplean este método, ya que, en la mayoría de casos, resultan muy poco eficaces como vehículos de trasvase.

La principal ventaja de este método es que la cisterna nodriza suele ser tan grande que el incendio puede controlarse antes de que sea necesario volver a llenar el depósito. Aún así, este sistema también presenta numerosos inconvenientes. Al igual que con el método anterior, es necesario que todos los camiones cisterna que intervienen en el trasvase dispongan de bomba bastante grandes para poder bombear toda la carga de agua hacia la cisterna nodriza. Además, aunque se disponga de una bomba grande, el tiempo que tarda cada uno de los camiones en vaciarse es superior al que necesitarían si pudieran descargar el agua a través de las válvulas de vaciado con un gran diámetro instaladas directamente en el depósito.

Actuaciones con depósitos portátiles de agua

El modo más eficaz para realizar un trasvase de agua es utilizar depósitos portátiles de agua como fuente de abastecimiento de agua en el lugar de vaciado. Al utilizar este método, se coloca un gran depósito portátil de agua o más en un lugar estratégico cercano al lugar de la emergencia (véase la figura 14.42). (**NOTA:** la selección de la ubicación del lugar de vaciado se ha explicado anteriormente en este capítulo.) Después de haber posicionado el depósito o los depósitos, un autobomba, denominado autobomba del lugar de vaciado, tenderá una manguera rígida de toma con un filtro para niveles

bajos de agua, introducirá el extremo con el filtro en uno de los depósitos y se preparará para succionar el agua del depósito (véase la figura 14.43). Cuando el primer camión cisterna llega al lugar de vaciado, descarga el agua en el depósito portátil. A continuación, el autobomba del lugar de vaciado puede empezar a succionar el agua del depósito para abastecer al autobomba de ataque. En algunas situaciones, el lugar de vaciado puede estar justo al lado del autobomba de ataque, que puede succionar agua directamente del depósito portátil de agua.

Para utilizar este método no es necesario que los camiones cisterna utilizados en el trasvase estén equipados con una bomba contra incendios, siempre y cuando dispongan de una válvula de descarga del tamaño adecuado instalada directamente del depósito (de ahora en adelante llamada *válvula de vaciado*) y de una ventilación adecuada. Éste es también el método más fácil de los que hemos explicado para garantizar un abastecimiento de agua constante hasta el autobomba de ataque, aunque ningún método es infalible si no se aplica correctamente. El principal inconveniente de este método aparece en caso de que se utilice más de un depósito, ya que se necesita un gran espacio de trabajo para establecer la zona de vaciado.

Métodos de descarga de los camiones cisterna

Existen tres métodos para descargar el agua procedente de un camión cisterna en el lugar de vaciado:

- Mediante una bomba del camión cisterna
- Mediante una válvula de vaciado
- Mediante el bombeo y el vaciado simultáneos

Los camiones cisterna pueden bombear agua hacia un depósito portátil de agua (o cisterna nodriza) a través de una o varias descargas o líneas de mangueras. Esto sólo debe hacerse si el camión cisterna no está equipado con una válvula de vaciado. En general, el depósito se vacía más rápido utilizando una válvula de vaciado que utilizando una bomba. Los factores que suponen restricciones para realizar el vaciado son la capacidad de flujo desde el depósito hasta las líneas de bombeo, el tamaño de la bomba, la capacidad de ventilación y la capacidad para controlar las líneas de mangueras en el punto de descarga. Además de la gran cantidad de tiempo necesaria para vaciar un depósito, este método requiere que el conductor/operario del camión cisterna ponga en marcha la bomba antes de descargar agua y que la apague antes de volver al lugar de llenado. Ambos factores aumentan el tiempo total que se pasa en el lugar de vaciado.

Si utiliza este método, debe utilizarse algún tipo de dispositivo mecánico para sujetar las mangueras que



Figura 14.43 La manguera de toma y el filtro para niveles de agua bajos se colocan en el depósito portátil.



Figura 14.44a Las abrazaderas para mangueras son útiles si se llena el depósito con un bombeo directo.



Figura 14.44b Algunas organizaciones han desarrollado dispositivos especiales de descarga para las actuaciones de llenado de depósitos portátiles en las que se utiliza el bombeo directo.

descargan agua en los depósitos. Pueden utilizarse pitones de llenado o abrazaderas, comerciales o fabricados por el cuerpo (véanse las figuras 14.44 a y b).



Figura 14.45 El modo más rápido para llenar un depósito portátil es vaciar la carga del camión cisterna a través de una válvula de descarga montada directamente en el depósito.



Figura 14.46 Las actuaciones con un solo depósito portátil son adecuadas para las actuaciones que requieren un abastecimiento de agua pequeño.

Algunas jurisdicciones prefieren unir un tramo de manguera rígida de toma al depósito portátil y conectar a esa manguera las demás líneas de llenado. Mientras no sea necesario que los bomberos sujeten manualmente las líneas, cualquier método es válido.

El método más eficaz para descargar camiones cisterna es vaciar el agua en depósitos portátiles mediante una válvula de vaciado por gravedad o a chorro (véase la figura 14.45). Si se dispone de depósitos portátiles con capacidad suficiente, el vaciado permite que los camiones cisterna descarguen el agua rápidamente y vuelvan al trayecto de la actuación de trasvase. Como se mencionó anteriormente en este capítulo, para desplazar el agua, los vaciados por gravedad utilizan válvulas de gran diámetro y la presión creada por la altura de la columna de agua del interior del depósito. La presión de descarga se basa en la altura de la columna:

- Columna de 0,3 m (1 pie) = 3 kPa (0,434 lb/pulg²)
- Columna de 0,6 m (2 pies) = 6 kPa (0,868 lb/pulg²)

- Columna de 0,9 m (3 pies) = 9 kPa (1,302 lb/pulg²)
- Columna de 1,2 m (4 pies) = 12 kPa (1,736 lb/pulg²)

El flujo real que pasa a través de la válvula de vaciado depende del diseño y del tamaño de ésta válvula, del sistema de tabiques y de la capacidad de ventilación del depósito. Los tabiques deben disponer de aperturas con tamaño suficiente para que el agua circule con libertad en el fondo del depósito y el aire pueda moverse en la parte superior durante un llenado o un vaciado rápidos. La NFPA 1903 exige que todos los camiones cisterna puedan vaciar el 90% del depósito a una velocidad media de 4.000 L/min (1.000 gpm). Es recomendable que el camión pueda vaciarse desde cualquier lateral así como desde la parte trasera.

En teoría, los vehículos equipados con una bomba contra incendios y con una válvula de vaciado podrían vaciar la carga utilizando al mismo tiempo estos dos elementos. En la práctica, se puede decir que con esta operación no se ahorra tiempo. El tiempo que se tarda en encender la bomba y en realizar las conexiones adecuadas para el bombeo suelen contrarrestar el tiempo que pueda ganarse a posteriori. Aunque el vehículo posea una bomba, es mejor utilizar sólo la válvula de vaciado.

Cómo actuar en el lugar de vaciado

Como se ha explicado anteriormente en este capítulo, el método más eficaz para trabajar en el lugar de vaciado es hacer que los camiones cisterna vacíen el agua en uno o más depósitos portátiles de agua. El autobomba del lugar de vaciado se encarga de succionar agua del depósito portátil y de abastecer al autobomba de ataque. La mayoría de jurisdicciones creen que éste es el mejor modo de proporcionar un flujo de agua constante y elevado mediante una actuación de trasvase.

Actuaciones con un depósito portátil

La configuración más sencilla del lugar de vaciado consiste en un utilizar un único depósito portátil de agua. En ese caso, los camiones cisterna vacían la carga directamente en el depósito del cual succiona el autobomba del lugar de vaciado (véase la figura 14.46). Con un solo depósito portátil se puede actuar frente a incendios que necesiten flujos bajos (menos de 1.200 L/min [300 gpm]). El depósito portátil y el autobomba del lugar de vaciado deben colocarse de modo que los camiones cisterna puedan acceder fácilmente hasta el depósito para vaciar la carga.

El tipo de depósito portátil de agua más utilizado es el plegable. Este depósito se extrae de donde está almacenado en el vehículo prácticamente del mismo modo en el que se extrae una escala. Después, se desplaza hasta la posición donde se va a utilizar y se despliega



Figura 14.47 Se necesitan varios bomberos para desplegar un depósito portátil.

(véase la figura 14.47). Los drenajes del depósito portátil deben plegarse hacia el interior del depósito para que no se produzcan ni fugas de agua ni caídas del personal. Algunos cuerpos de bomberos prefieren poner una cobertura de salvamento en el lugar donde se despliega el depósito. De este modo, se evita que se estropee la lona del depósito portátil.

Algunas jurisdicciones pueden utilizar otros tipos de depósitos portátiles de agua. Uno de estos tipos está formado por diferentes piezas que deben unirse en el lugar de vaciado. Se monta la estructura metálica. A continuación, se une la lona a la estructura y se deja caer alrededor del depósito. Cuando este tipo de depósito está totalmente montado, se parece al depósito plegable descrito más arriba. Otro tipo de depósito es el depósito portátil sin armazón. Este depósito es un recipiente muy grande en forma de vejiga que posee un collar flotante alrededor de la apertura (véase la figura 14.48). A medida que el agua entra en el depósito, el collar se eleva hasta que el depósito está lleno. En la base de este tipo de depósito hay una conexión para mangueras de toma a través de la cual puede realizarse la succión.

Independientemente del tipo de depósito portátil utilizado, la capacidad de éste debe ser, como mínimo, 2.000 L (500 galones) superior a la capacidad del depósito de agua del vehículo que lo transporta. De este modo, el vehículo puede vaciar la carga completa en el depósito, incluso en pendientes leves o en carreteras peraltadas en el centro.

La manguera rígida de toma del autobomba del lugar de vaciado debe tener conectado un filtro para niveles de agua bajos. De este modo, se puede succionar agua del depósito hasta que sólo queden 50 mm (2 pulgadas) (véase la figura 14.49). Se comercializan filtros para niveles de agua bajos que pueden utilizarse en los depósitos portátiles. Asimismo, los cuerpos de bomberos pueden fabricar sus propios filtros.



Figura 14.48 En algunas jurisdicciones se utilizan depósitos portátiles sin armazón.



Figura 14.49 El filtro para niveles de agua bajos succionará agua hasta con profundidades de unos 50 mm (2 pulgadas).



Figura 14.50 El conductor/operario puede abrir la válvula de vaciado con un control directamente en la válvula o con un control remoto situado en la cabina del vehículo, según el diseño del vehículo.

Cuando el depósito esté desplegado, el primer camión cisterna puede descargar el agua que transporta. El escolta o el oficial del lugar de vaciado deben hacer señales al camión cisterna y guiarlo hasta la posición correcta. Es necesario guiar al vehículo correctamente para garantizar al conductor/operario del camión cisterna que la válvula



Figura 14.51 Las actuaciones de trasvase de agua de gran volumen necesitan que los lugares de vaciado dispongan de múltiples depósitos portátiles.



Figura 14.52 Pueden utilizarse conectores especiales para conectar las aperturas de drenaje de los depósitos.



Figura 14.53 El dispositivo de sifón a chorro se abastece de una línea de mangueras pequeña.

de vaciado está bien alineada con el depósito. Cuando el camión cisterna está en la posición adecuada, hay que abrir la válvula de vaciado para que el agua fluya hacia el depósito portátil (véase la figura 14.50). En cuanto haya suficiente agua en el depósito para iniciar la succión, el autobomba del lugar de vaciado debe cebar la bomba e iniciar el flujo de agua. Se recomienda que el autobomba del lugar de vaciado envíe una línea nodriza hacia el depósito portátil o que utilice algún tipo de línea de

descarga para garantizar que se mantiene el cebado aunque se cierren otras líneas de descarga.

Después de que el primer camión cisterna haya vaciado su contenido en el depósito portátil, debe regresar de inmediato al lugar de llenado para volver a cargarse. Si el depósito portátil aún dispone de espacio, el siguiente camión cisterna debe avanzar hasta la posición adecuada y vaciar el agua en el depósito portátil hasta que se llene. Si el segundo camión cisterna no puede vaciar toda su carga porque el depósito portátil ya está lleno, debe permanecer en la posición de vaciado y descargar el agua cuando baje el nivel del depósito. Los demás camiones cisterna deben esperar y estar preparados para avanzar hacia el depósito portátil en cuanto se necesite el agua que transportan para rellenar el depósito portátil.

Actuaciones con varios depósitos portátiles

Para los incidentes que requieren flujos superiores a 1.200 L/min (300 gpm), es mejor utilizar una actuación en la que se disponga de varios depósitos portátiles en el lugar de vaciado. El número de depósitos portátiles que puede utilizarse en el lugar de vaciado sólo está limitado por la cantidad de depósitos y de equipo de transferencia de agua disponible en el lugar del incidente. En realidad, en la mayoría de jurisdicciones, las actuaciones más habituales con varios depósitos portátiles utilizan entre dos y cinco depósitos portátiles.

Cuando se utiliza más de un depósito portátil, se colocan de modo que pueda transferirse agua de un depósito al siguiente. El destino final del agua de todos los depósitos es el último depósito, que es el depósito desde el que el autobomba del lugar de vaciado succiona agua para abastecer al autobomba de ataque (véase la figura 14.51). El objetivo básico de las actuaciones con varios depósitos es que el último depósito de la cadena, desde el cual se succiona el agua, esté siempre lleno. Con ese fin, se transfiere constantemente agua de un depósito a otro en esta actuación. Durante este proceso, los depósitos más alejados son los primeros en vaciarse de modo que quedan disponibles para que los camiones cisterna puedan descargar agua inmediatamente.

Existen varios métodos para transferir el agua entre los depósitos. El más sencillo consiste en conectar dos depósitos mediante las aperturas de drenaje (véase la figura 14.52). Sin embargo, puesto que la mayoría de depósitos comerciales sólo poseen una apertura de drenaje, sólo puede utilizarse una actuación con dos depósitos. Si se utiliza este método, se mantiene el mismo nivel de agua en todo momento en los dos depósitos. En general, la mayoría de especialistas en trasvases de agua recomiendan no utilizar este método.



Figura 14.54 El extremo de la manguera unido al sifón se coloca en el depósito desde el cual se transfiere el agua.

El método más eficaz para desplazar agua de un depósito hasta otro consiste en utilizar sifones a chorro. El sifón a chorro es un dispositivo que se une a un tramo de manguera rígida de toma o a una sección de tubería de PVC o de aluminio (véase la figura 14.53). Este dispositivo posee una entrada a la que se puede conectar una manguera de 38 mm (1,5 pulgadas) o una manguera de mayor tamaño. Cuando el sifón a chorro, la manguera rígida de toma y la manguera de 38 mm (1,5 pulgadas) están unidos, el extremo en el que se encuentra el sifón a chorro se introduce en el depósito desde el que se transfiere el agua (véase la figura 14.54). Cuando ese depósito tiene un nivel de agua suficiente, se llena la manguera de 38 mm (1,5 pulgadas). A medida que este flujo de agua empieza a circular por la manguera rígida de toma, también se succiona agua procedente del depósito portátil. Toda esta agua fluye a través de la manguera rígida de toma y se introduce en el siguiente depósito de la cadena (véase la figura 14.55). Si el siguiente depósito ya está lleno, se cierra la línea de 38 mm (1,5 pulgadas) para detener el flujo. Hay que tomar precauciones para garantizar que el depósito de agua del vehículo disponga de agua en todo momento. Si se vacía el depósito de agua del vehículo, el autobomba no puede abastecer el sifón a chorro en caso de que el depósito de succión quede vacío y se pierda el cebado de la bomba.

Si van a utilizarse sólo dos o tres depósitos junto con una operación con sifón a chorro, el autobomba del lugar de vaciado debe ser capaz de abastecer las mangueras conectadas a los sifones a chorro. Esto requiere algo más de trabajo por parte del conductor/operario del autobomba en el lugar de vaciado, pero es un esfuerzo razonable. Si utilizan sifones a chorro para conectar cuatro o más depósitos, resulta provechoso hacer que un segundo autobomba succione desde los depósitos con el único fin de abastecer todas las líneas de los sifones a chorro o algunas de ellas.

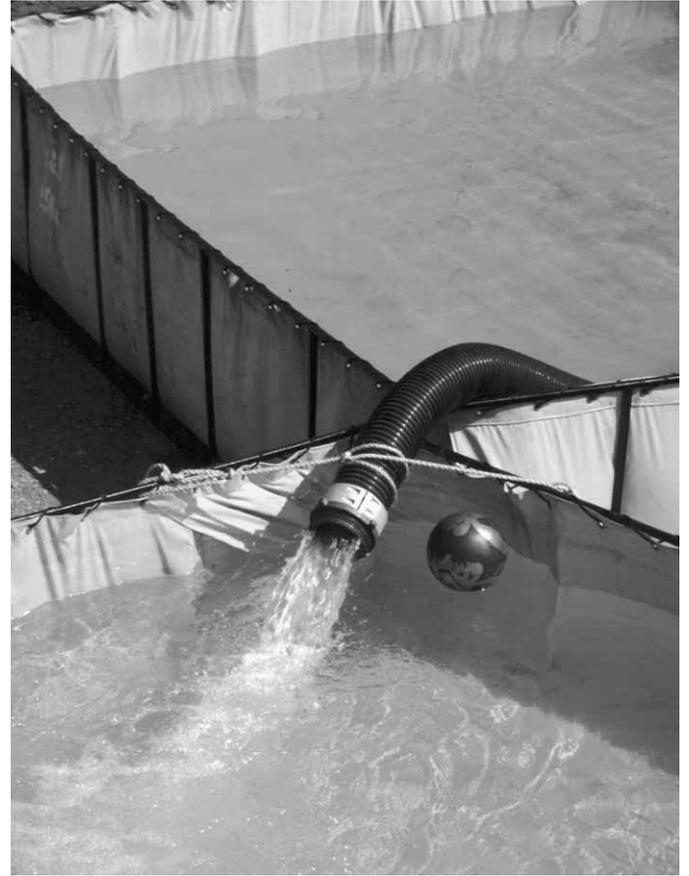


Figura 14.55 Cuando la línea de abastecimiento del sifón está cargada, se transfiere agua de un depósito al otro.



Figura 14.56 Para las actuaciones con múltiples depósitos portátiles suele preferirse una distribución en forma de diamante.

El procedimiento para establecer una actuación de trasvase con varios depósitos portátiles y ponerla en marcha es el siguiente:

- Paso 1. Se despliega el primer depósito portátil siguiendo el procedimiento descrito en el apartado actuación con un depósito portátil. Asegúrese de que el drenaje se encuentra en la parte del depósito que queda situada cuesta abajo.



Figura 14.57a El sifón se coloca en el depósito.



Figura 14.57b El extremo de descarga de la manguera del sifón queda suspendido sobre el depósito que recibe el agua.

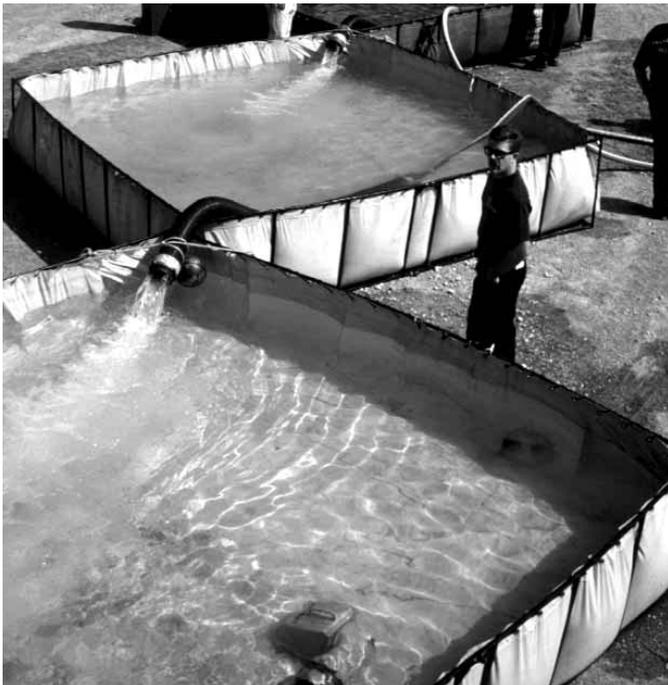


Figura 14.58 El agua se desplaza con eficacia entre los depósitos.

- Paso 2. El conductor/operario y el equipo del autobomba del lugar de vaciado tienden la manguera rígida de toma y el filtro hasta el interior del primer depósito portátil.
- Paso 3. El primer camión cisterna que llega al lugar de vaciado descarga el agua en el primer depósito. A continuación, el autobomba del lugar de vaciado puede comenzar a succionar agua.
- Paso 4. Se monta un segundo depósito portátil al lado del primero (véase la figura 14.56). Para ubicar los depósitos, suele preferirse una distribución en forma de diamante mediante la cual los depósitos se tocan por las esquinas. Si se dispone de depósitos portátiles de diferentes colores, es recomendable utilizarlos para ayudar al oficial del lugar de vaciado a dirigir el vehículo hasta el tanque en el que debe realizar el vaciado. Sin embargo, se puede iniciar la actuación aunque no se disponga inmediatamente de depósitos de diferentes colores. Independientemente del tipo de depósitos del que se disponga, hay que desplegarlos lo más rápido posible.
- Paso 5. Se monta el equipo de sifón a chorro. El extremo con el sifón se coloca en el segundo depósito portátil y el extremo de descarga se coloca sobre el borde del primer depósito portátil y se fija a él (véanse las figuras 14.57 a y b).
- Paso 6. El siguiente camión cisterna descarga el agua en el segundo depósito portátil. Cuando el nivel de agua sea suficiente, se carga la manguera de abastecimiento del sifón a chorro para iniciar a transferir agua desde el segundo depósito hasta el primero (véase la figura 14.58).
- Paso 7. Si se necesitan más depósitos, deben establecerse y utilizarse siguiendo los pasos del 4 al 6 especificados para el segundo depósito. Los camiones cisterna siempre deben descargar el agua en el depósito situado más hacia el final de la cadena y en el que queda espacio para echar más agua (véase la figura 14.59). Mientras se posiciona el vehículo, el oficial del lugar de vaciado debe decir al conductor/operario del camión cisterna cuál es el depósito en el que debe descargar el agua.
- Paso 8. El conductor/operario del autobomba del lugar de vaciado o el del autobomba que abastece el sifón a chorro deben controlar el nivel de agua en cada depósito y ajustar las líneas del sifón según convenga.



Figura 14.59 Mientras se disponga de equipo adecuado, puede transferirse el agua entre varios depósitos al mismo tiempo.

El oficial del lugar de vaciado debe controlar las condiciones del suelo alrededor del lugar de vaciado mientras avanzan las tareas. Es inevitable derramar mucha agua en esa zona. En condiciones de congelación, puede comenzar a formarse hielo. Puede que sea necesario hacer que se transporte hasta el lugar de vaciado arena o sal para carreteras con el propósito de mejorar las condiciones del terreno. Si la carretera no está pavimentada, puede convertirse en un barrizal. Si esto ocurre, en algunos casos puede ser necesario reubicar el lugar de vaciado. Sin embargo, si es necesario realizar este cambio, la actuación contra el incendio se verá muy perjudicada.

Si en algún momento de la actuación todos los depósitos portátiles quedan vacíos, el autobomba del lugar de vaciado podrá continuar abasteciendo las actuaciones contra incendios mediante el agua en su propio depósito. Cuando eso sucede, los bomberos que se encuentren en posiciones peligrosas deberán retirarse, ya que sus líneas de ataque pueden quedarse sin agua de inmediato. Cuando los depósitos portátiles vuelvan a estar llenos, pueden reanudarse las actuaciones normales. El conductor/operario del autobomba del lugar de vaciado debe volver a llenar el depósito del vehículo tan pronto como pueda.

Cómo finalizar la actuación en el lugar de vaciado

En el momento en que ya no se necesita un abastecimiento continuo de agua, puede desmontarse la actuación del lugar de vaciado. Antes de desmontar la actuación, es preferible asegurarse de que los depósitos de los vehículos de ataque y del autobomba del lugar de vaciado están completamente llenos, ya que a menudo se necesita algo más de agua para las actuaciones de revisión. Una vez que los depósitos de los vehículos estén llenos, se puede desmontar todo el equipo de succión y de transferencia de agua para limpiarlo y guardarlo. Pueden abrirse los drenajes del depósito portátil para

dejar salir el agua restante. Si hay muchos sedimentos o escombros en los depósitos, hay que lavarlos antes de guardarlos en el vehículo.

Los camiones cisterna que estaban preparados para vaciar la carga pueden volver al servicio o utilizarse de cualquier otro modo que el jefe del incidente considere oportuno. En algunas jurisdicciones, se deja un camión cisterna lleno en el lugar del incendio junto al vehículo de ataque, de modo que se disponga de agua suficiente en caso de que la actuación de revisión se prolongue o que se pueda realizar un ataque al fuego en caso de que éste se reavive.

Evaluación del funcionamiento del camión cisterna

Casi desde que se utilizan vehículos con depósitos grandes (camiones cisterna) para suministrar agua a una actuación contra incendios, se ha discutido sobre qué tamaño de camión cisterna es más eficaz en este tipo de actuación. Algunas jurisdicciones creen que cuanto más agua transporte un camión, mejor. Sin embargo, otras jurisdicciones prefieren utilizar vehículos de menor tamaño que puedan cargarse, descargarse e ir de un lado a otro de la actuación de trasvase con más facilidad que los vehículos mayores.

De hecho, no existe ninguna norma o respuesta correcta a la pregunta de qué tamaño es el mejor. El rendimiento del camión cisterna se basa en una serie de factores: los tiempos de carga y de descarga, las condiciones del vehículo, las capacidades del sistema de transmisión y el tamaño de la cisterna. Por tanto, es posible que un camión cisterna grande con una potencia baja no sea capaz de proporcionar agua de un modo tan eficaz como un camión cisterna de menor tamaño, pero bien diseñado.

Se puede determinar la cantidad de L/min (gpm) que cada camión cisterna puede abastecer en función de varias distancias. Para conseguir esta cifra, se analiza el tiempo de llenado, el tiempo de vaciado y el tiempo del trayecto entre los lugares de llenado y de vaciado de cada uno de los camiones cisterna. Esa información puede utilizarse en la planificación de prevención de incidentes para determinar cuántos camiones cisterna se necesitan para proporcionar el flujo deseado para un incendio en concreto. Asimismo, el jefe del incidentes o el supervisor del abastecimiento de agua pueden utilizar esta información durante un incendio para el que no se dispone de ningún plan de prevención de incidentes pero para el que ya se ha establecido cuál es el flujo de agua necesario en el lugar del incidente.

Existen dos métodos básicos para clasificar los camiones cisterna individuales en función del flujo. El primero consiste únicamente en una prueba práctica para cada uno de los camiones cisterna en condiciones reales de trasvase de agua. Debe iniciarse con el camión cisterna aparcado en la posición adecuada para vaciar la carga en el depósito portátil. Ponga en marcha el cronómetro al abrir la válvula de vaciado. Deje funcionando el cronómetro mientras el camión cisterna abandona el lugar de vaciado, recorre todo el trayecto hasta el lugar de llenado y regresa al lugar de vaciado. Pare el cronómetro cuando la válvula de vaciado del camión cisterna vuelva a la posición adecuada para vaciar la carga siguiente. Si se divide la cantidad de agua que el camión cisterna vació por el tiempo que duró el trayecto, se puede establecer el flujo en L/min (gpm) para ese camión cisterna en un trasvase que tenga la distancia de la prueba. Por ejemplo, suponga que entre el lugar de vaciado y el lugar de llenado hay una distancia de 1,6 km (1 milla). Un camión cisterna de 12.000 L (3.000 galones) puede recorrer el trayecto en 12 minutos. Tenga presente que la mayoría de camiones cisterna sólo descargan realmente el 90% de su carga antes de encaminarse hacia el lugar de llenado. El flujo que puede aportar ese camión en un trasvase con una distancia de 1,6 km (1 milla) se calcularía del siguiente modo:

$$\text{GPM} = \frac{\text{tamaño del depósito} - 10\%}{\text{tiempo del recorrido}} \quad \text{GPM} = \frac{3.000 - 300}{12 \text{ minutos}}$$

$$\text{GPM} = \frac{2.700}{12}$$

$$\text{GPM} = 225$$

$$\text{GPM} = \frac{\text{tamaño del depósito} - 10\%}{\text{tiempo del recorrido}} \quad \text{GPM} = \frac{12.000 - 1.200}{12 \text{ minutos}}$$

$$\text{GPM} = \frac{10.800}{12}$$

$$\text{GPM} = 900$$

Esto significa que este camión cisterna en particular puede suministrar 900 L/min (225 gpm) en un trasvase en el que el trayecto es de 1,6 km (1 milla). Si el recorrido de trasvase es más largo, el flujo de L/min (gpm) disminuye. Eso se debe a que se tarda más en completar el trayecto entre los dos extremos de la actuación de trasvase.

El segundo método para evaluar el rendimiento de un camión cisterna consiste en utilizar una serie de fórmulas que desarrolló originalmente la Organización Internacional de Normalización (ISO). Estas fórmulas se utilizan para evaluar la capacidad de abastecimiento de agua de los cuerpos de bomberos que protegen zonas rurales. Dividen el tiempo total de la actuación de trasvase en dos: tiempo que dura el trayecto y tiempo que duran las tareas.

ECUACIÓN V (sistema anglosajón)

$$\text{Tiempo del trayecto en minutos} = \frac{0,65 + (1,7)}{\text{(distancia en millas)}}$$

ECUACIÓN W (sistema métrico)

$$\text{Tiempo del trayecto en minutos} = \frac{0,65 + (1,06)}{\text{(distancia en km)}}$$

Estas fórmulas incorporan un factor para contemplar el tiempo que los camiones cisterna emplean en acelerar y desacelerar cuando salen de los lugares de llenado y de vaciado y cuando se aproximan a ellos. Se supone que la velocidad media para el trayecto entre el lugar de llenado y el de vaciado es de 55 km/h (35 millas por hora). Si las condiciones de la carretera permiten circular a más velocidad, hay que ajustar la fórmula según la situación.

La duración de las tareas se calcula del siguiente modo:

ECUACIÓN X

Tiempo de las tareas = tiempo en el lugar de llenado + tiempo en el lugar de vaciado

El tiempo en el lugar de llenado consta del tiempo que se maniobra con el vehículo hasta colocarlo en el lugar adecuado, del tiempo que tarda realizar las conexiones y las desconexiones y del tiempo real de llenado. Para realizar los cálculos, hay que establecer el flujo que proporcionará el autobomba del lugar de llenado. Cada jurisdicción debe determinar la velocidad de llenado que es más probable que alcancen.

El tiempo del lugar de vaciado incluye el tiempo que pasa maniobrando el vehículo hasta colocarlo en el lugar adecuado y el tiempo real de vaciado. De nuevo, cada camión cisterna vacía su carga a una velocidad diferente. El tiempo de vaciado puede venir especificado por el fabricante o puede determinarse realizando pruebas al camión. Dado que la NFPA 1901 especifica que los camiones cisterna deben ser capaces de vaciar un mínimo de 4.000 L/min (1.000 gpm), en este capítulo tomamos esta cifra.

Asimismo, la ISO permite que se utilice sólo un 90% de la capacidad del depósito del vehículo para realizar los cálculos. La pérdida del 10% corresponde al agua que se derrama o que permanece en el depósito después de cerrar la válvula. Mediante las pruebas, numerosos cuerpos de bomberos han descubierto que sus camiones cisterna en realidad sólo vacían un 80% de su carga. En ese caso, hay que realizar algunas modificaciones para mejorar el rendimiento.

Uno de los métodos más exactos para medir la cantidad de agua que queda en un depósito después de vaciarlo es pesar el vehículo en una báscula para camiones cuando esté totalmente lleno y volverlo a pesar después de vaciarlo. La diferencia entre esos dos pesos corresponde a la cantidad real de agua descargada. Por ejemplo, suponga que

queremos saber cuánta agua ha descargado realmente un camión cisterna de 8.000 L (2.000 galones). Después de pesar el vehículo las dos veces, comprobamos que es 6.577 kg (14.500 libras) más ligero después de vaciar el agua. Puesto que sabemos que el agua pesa 1 kg por litro (8,34 libras por galón), podemos determinar que se han descargado 6.577 litros ó 1.739 galones (14.500 ÷ 8,34), lo que representa el 87% de la capacidad del camión cisterna.

Después de determinar el tiempo del trayecto y el tiempo de las tareas, el flujo para el camión cisterna puede calcularse utilizando la siguiente fórmula:

ECUACIÓN Y

Flujo del camión cisterna =

$$\frac{\text{Tamaño del depósito de agua del camión cisterna (en galones o en litros)} - 10\%}{\text{Tiempo del trayecto} + \text{tiempo de las tareas}}$$

Ejemplo 1

Determine el flujo para un camión cisterna de 2.500 galones que transportará agua a lo largo de un trayecto de 3 millas en cada sentido. Considere que los índices de llenado y de vaciado son de 1.000 gpm. Asimismo, suponga que se tarda dos minutos en realizar las maniobras, las conexiones y las desconexiones.

$$\text{Tiempo del trayecto en minutos} = 0,65 + (1,7)(\text{distancia en millas})$$

$$\text{Tiempo del trayecto en minutos} = 0,65 + (1,7)(3 \text{ millas})$$

$$\text{Tiempo del trayecto en minutos} = 0,65 + 5,1$$

$$\text{Tiempo del trayecto en minutos} = 5,75$$

$$\text{Tiempo de las tareas} = \text{tiempo en el lugar de llenado} + \text{tiempo en el lugar de vaciado}$$

$$\text{Tiempo de las tareas} = (2 \text{ min.} + [\text{tamaño del depósito} \div \text{índice de llenado}]) + (2 \text{ min.} + [\text{tamaño del depósito} \div \text{índice de vaciado}])$$

$$\text{Tiempo de las tareas} = (2 \text{ min.} + [2.500 \div 1.000]) + (2 \text{ min.} + [2.500 \div 1.000])$$

$$\text{Tiempo de las tareas} = (2 \text{ min.} + 2,5 \text{ min.}) + (2 \text{ min.} + 2,5 \text{ min.})$$

$$\text{Tiempo de las tareas} = 4,5 \text{ min.} + 4,5 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo de las tareas} = 9 \text{ minutos}$$

$$\text{Flujo del camión cisterna} =$$

$$\frac{\text{Tamaño del depósito de agua del camión cisterna (en galones)} - 10\%}{\text{Tiempo del trayecto} + \text{tiempo de las tareas}}$$

$$\text{Flujo del camión cisterna} = \frac{2.250 \text{ galones}}{5,75 + 9}$$

$$\text{Flujo del camión cisterna} = \frac{2.250 \text{ galones}}{14,75}$$

Flujo del camión cisterna = 153 gpm si el trayecto del trasvase es de 3 millas

Ejemplo 2

Determine el flujo para un camión cisterna de 10.000 litros que transportará agua a lo largo de un trayecto de 5 km en cada sentido. Considere que los índices de llenado y de vaciado son de 4.000 L/min. Asimismo, suponga que se tarda 2 minutos en realizar las maniobras, las conexiones y las desconexiones.

$$\text{Tiempo del trayecto en minutos} = 0,65 + (1,06)(\text{distancia en km})$$

$$\text{Tiempo del trayecto en minutos} = 0,65 + (1,06)(5 \text{ km})$$

$$\text{Tiempo del trayecto en minutos} = 0,65 + 5,3$$

$$\text{Tiempo del trayecto en minutos} = 5,95$$

$$\text{Tiempo de las tareas} = \text{tiempo en el lugar de llenado} + \text{tiempo en el lugar de vaciado}$$

$$\text{Tiempo de las tareas} = (2 \text{ min.} + [\text{tamaño del depósito} \div \text{índice de llenado}]) + (2 \text{ min.} + [\text{tamaño del depósito} \div \text{índice de vaciado}])$$

$$\text{Tiempo de las tareas} = (2 \text{ min.} + [10.000 \div 4.000]) + (2 \text{ min.} + [10.000 \div 4.000])$$

$$\text{Tiempo de las tareas} = (2 \text{ min.} + 2,5 \text{ min.}) + (2 \text{ min.} + 2,5 \text{ min.})$$

$$\text{Tiempo de las tareas} = 4,5 \text{ min.} + 4,5 \text{ min.}$$

$$\text{Tiempo de las tareas} = 9 \text{ minutos}$$

$$\text{Flujo del camión cisterna} =$$

$$\frac{\text{Tamaño del depósito de agua del camión cisterna (en litros)} - 10\%}{\text{Tiempo del trayecto} + \text{tiempo de las tareas}}$$

$$\text{Flujo del camión cisterna} = \frac{9.000 \text{ litros}}{5,95 + 9}$$

$$\text{Flujo del camión cisterna} = \frac{9.000 \text{ litros}}{14,95}$$

Flujo del camión cisterna = 610 L/min si el trayecto del trasvase es de 5 km

Sistemas y equipos de espuma

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información para que el lector pueda cumplir los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) edición de 1998. Las partes de los requisitos de rendimiento laboral tratados en este capítulo están marcadas en negrita.

3-2.3 Dado un equipo de producción de espuma, producir un chorro de espuma contraincendios, de modo que se consiga una espuma con una dosificación adecuada.

(a) **Conocimientos requeridos: índices y concentraciones de dosificación, procedimientos para ensamblar el equipo, limitaciones de los sistemas de espuma y especificaciones del fabricante.**

(b) **Habilidades requeridas: utilizar el equipo de dosificación de espuma y conectar el equipo del chorro de espuma.**

6-2.3 Dado un equipo de producción de espuma, producir un chorro de espuma contraincendios, de modo que se consiga una espuma con una dosificación adecuada.

(a) **Conocimientos requeridos: índices y concentraciones de dosificación, procedimientos para ensamblar el equipo, limitaciones de los sistemas de espuma y especificaciones del fabricante.**

(b) **Habilidades requeridas: utilizar el equipo de dosificación de espuma y conectar el equipo del chorro de espuma.**

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) Copyright© 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

En el pasado, los equipos y los sistemas de espuma para la lucha contraincendios se utilizaban casi exclusivamente para combatir incendios industriales e incendios en aeropuertos. Los cuerpos de bomberos municipales apenas disponían de capacidades para aplicar espuma. Si era necesario utilizar espuma para combatir un incidente, se llamaba a los bomberos especializados en industrias y en aeropuertos para que acudieran al lugar del incendio y controlaran la situación.

En los últimos años, los cuerpos de bomberos municipales y forestales han incrementado sus actuaciones contraincendios en las que interviene la espuma. Esto se debe a varios motivos, pero los principales son los siguientes:

- La magnitud y la frecuencia de los incidentes con materiales peligrosos para los que es necesario utilizar espuma con el fin de controlarlos.

- Los nuevos avances en la tecnología del concentrado de espuma de los que han surgido nuevos productos que los bomberos municipales y forestales pueden utilizar con mayor facilidad.
- Las mejoras tecnológicas en los equipos y sistemas de dosificación de espuma que hacen que resulte más sencillo incluirlas en la estructura de los vehículos contraincendios nuevos o modernizar los vehículos existentes, algo que todos los cuerpos de bomberos pueden realizar.

En la mayoría de casos, el conductor/operario será el responsable de montar y utilizar del modo adecuado el equipo de espuma para la lucha contraincendios. Aunque, gracias a los avances tecnológicos en el diseño del equipo de espuma, la utilización de éste es más sencilla que en el pasado, sigue siendo necesario poseer ciertas habilidades para poder utilizarlo. El conductor/operario debe conocer los principios básicos de la dosificación y de la dosificación de la espuma para que el resultado sea satisfactorio.

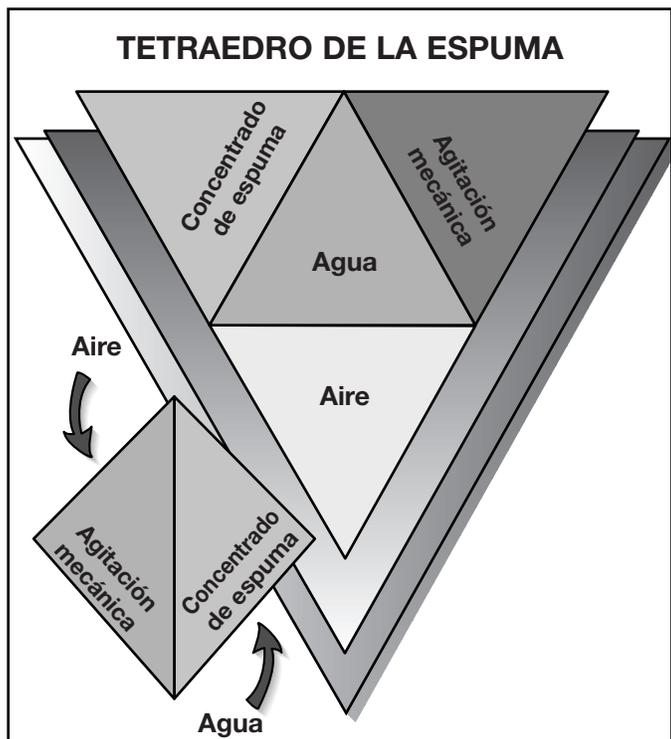


Figura 15.1 El tetraedro de la espuma representa los elementos más importantes para la producción de espuma.

Este capítulo estudia algunos de los conceptos básicos que todo conductor/operario debe conocer sobre los concentrados de espuma, los dosificadores de espuma portátiles, los sistemas de dosificación de espuma montados sobre vehículos y los equipos de aplicación de espuma. Dado que hay muchos fabricantes de este tipo de equipos, es imposible proporcionar información específica sobre las pautas de funcionamiento de cada uno de los sistemas. Sin embargo, la información de este capítulo proporciona al conductor/operario un conocimiento sólido de los principios de cada tipo de sistema. Si desea más información sobre la lucha contraincendios con espuma y los equipos para espuma, consulte el manual de la IFSTA *Principles of Foam Fire Fighting* (Principios de la extinción de incendios con espuma).

Principios de la espuma

Existen dos tipos básicos de espuma: química y mecánica. Las *espumas químicas* son resultado de una reacción entre dos productos químicos. Se consideran obsoletas y, en la actualidad, no se utilizan casi nunca.

Las espumas que se utilizan en la actualidad son de tipo mecánico. Antes de utilizarlas, hay que ajustar su dosificación (mezclarlas con agua) y airearlas (mezclarlas con aire). Para producir una espuma contraincendios de calidad, se necesita concentrado de espuma, agua, aire y

aireación mecánica (véase la figura 15.1). Todos estos elementos son necesarios y deben mezclarse en las proporciones correctas. Si falta alguno de estos elementos, o no se consigue producir espuma o la espuma resultante es de mala calidad. Antes de describir los tipos de espuma y el proceso de fabricación de espuma, es importante comprender los siguientes términos:

- *Concentrado de espuma*: líquido de espuma puro, tal y como está en el contenedor de almacenamiento antes de introducir agua y aire.
- *Dosificador de espuma*: dispositivo que introduce el concentrado de espuma en el chorro de agua para crear la solución de espuma.
- *Solución de espuma*: mezcla de concentrado de espuma y agua antes de introducir aire.
- *Espuma*: producto final después de introducir el aire en la solución de espuma (también conocida como espuma final).

La aireación debe producir una cantidad de burbujas apropiada para formar una capa de espuma eficaz. La aireación adecuada debe producir burbujas de tamaño uniforme para conseguir una capa con una duración mayor. Se necesita una buena capa de espuma para mantener una cobertura eficaz sobre los combustibles de clase A o B durante el periodo de tiempo deseado.

Asimismo, para que los concentrados de espuma sean eficaces, hay que utilizar los que sean adecuados para el combustible sobre el que se aplicarán. Las espumas de clase A no están diseñadas para extinguir incendios de clase B. Los combustibles de clase B se dividen en dos categorías: combustibles hidrocarbúricos y disolventes polares.

Los combustibles hidrocarbúricos, como el petróleo crudo, el fueloil, la gasolina, el benceno, la nafta, el combustible para reactores y el queroseno, son derivados del petróleo y flotan en el agua. La espuma contraincendios normal resulta un agente extintor y un supresor de vapores eficaz, ya que puede flotar sobre la superficie de los combustibles hidrocarbúricos.

Los disolventes polares, como los alcoholes, la acetona, el diluyente de laca, las cetonas y los ésteres, son líquidos inflamables que pueden mezclarse con el agua, del mismo modo que un polo magnético positivo atrae a un polo negativo. La espuma contraincendios puede ser eficaz ante estos combustibles pero sólo en formulaciones especiales resistentes al alcohol (poliméricas). Cabe destacar que muchas mezclas de combustible modernas, como la gasolina con un 10% o más de aditivos disolventes, deben considerarse disolventes polares y manipularse como tales durante las actuaciones de emergencia.

Las espumas de clase B diseñadas únicamente para combatir incendios de hidrocarburos no extinguirán los incendios de disolventes polares, independientemente de la concentración utilizada. Un gran número de espumas creadas para actuar sobre disolventes polares pueden utilizarse también para incendios de hidrocarburos, pero esto no debe hacerse a menos que el fabricante del concentrado en particular especifique que se puede utilizar. Por ese motivo es muy importante identificar el tipo de combustible antes de aplicar espuma.

PRECAUCIÓN: si el concentrado de espuma no se corresponde con el combustible, el intento de extinción fracasa y puede poner en peligro a los bomberos.

Más adelante en este mismo capítulo se ofrece más información sobre los tipos específicos de concentrados de espuma.

Cómo funciona la espuma

La espuma extingue y/o previene los incendios utilizando los siguientes métodos (véase la figura 15.2):

- *Separación:* crea una barrera entre el combustible y el fuego.
- *Enfriamiento:* reduce la temperatura del combustible y de las superficies adyacentes.
- *Supresión* (a veces también se denomina “ahogo”): evita la liberación de vapores inflamables, por lo que reduce la posibilidad de ignición o reignición.

En general, la espuma actúa formando una capa sobre el combustible que arde. Esta capa excluye el oxígeno y detiene el proceso de combustión. El agua de la espuma se libera lentamente a medida que la espuma se rompe. Esta acción hace que el combustible se enfríe.

Dosificación de la espuma

El término *dosificación* se utiliza para describir el proceso de mezclar agua con concentrado de espuma para formar una solución de espuma. La mayoría de concentrados de espuma pueden mezclarse tanto con agua dulce como con agua salada. Para obtener la máxima eficacia, conviene dosificar los concentrados de espuma utilizando los porcentajes específicos para el que han sido diseñados. El porcentaje para un combustible determinado viene especificado de forma clara en el exterior del contenedor de espuma. Si no se sigue este procedimiento, como, por ejemplo, si se utiliza una concentración de un 3% con una espuma que requiere una concentración del 6%, la espuma tendrá una calidad baja y no actuará tal y como se desea.

La mayoría de los concentrados de espuma contraincendios se mezclan con un 94-99,9% de agua;

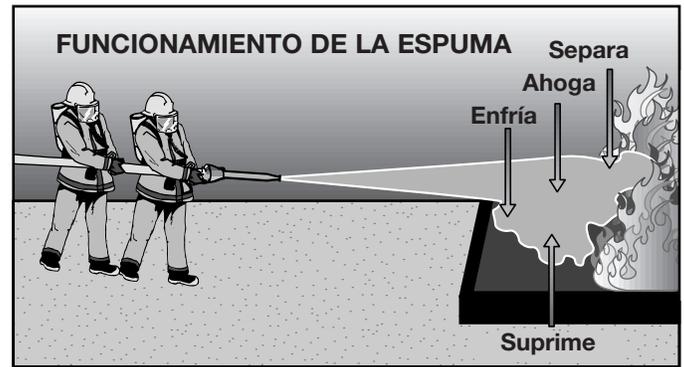


Figura 15.2 La espuma extingue al fuego por medios diferentes.

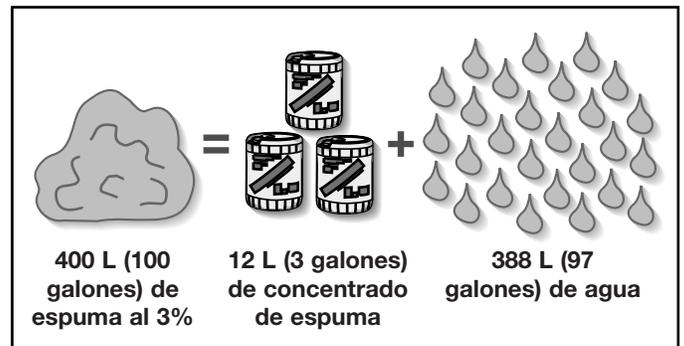


Figura 15.3 La espuma producida a partir de un concentrado al 3% tiene 3 partes de concentrado de espuma y 97 partes de agua.

Por ejemplo, cuando se utiliza un concentrado de espuma del 3%, se mezclan 97 partes de agua con 3 partes de concentrado de espuma, lo que da 100 partes de solución de espuma (véase la figura 15.3). Para un concentrado de espuma del 6%, hay que mezclar 94 partes de agua con 6 partes de concentrado de espuma, lo que da el 100% de la solución de espuma. Los primeros concentrados resistentes al alcohol se dosificaban algunas veces en porcentajes de hasta un 10%, pero en la actualidad ya no suelen utilizarse.

Las espumas de clase A son una excepción a esta regla, ya que el porcentaje de dosificación de éstas puede ajustarse (dentro de los límites recomendados por el fabricante) para lograr objetivos específicos. Para crear una espuma (espesa) seca adecuada para la protección de los alrededores y los cortafuegos, el concentrado de espuma puede ajustarse a un porcentaje mayor. Para crear una espuma húmeda (fina) que penetre rápido en la superficie del combustible, el concentrado puede ajustarse para lograr un porcentaje menor.

La selección del dosificador depende de los requisitos de flujo de la solución de espuma, de la presión de agua disponible, del coste, de su utilización (sobre el vehículo o portátil) y del agente utilizado. Los dosificadores y los dispositivos de liberación (boquilla de espuma, máquina para hacer espuma, etc.) están diseñados para que

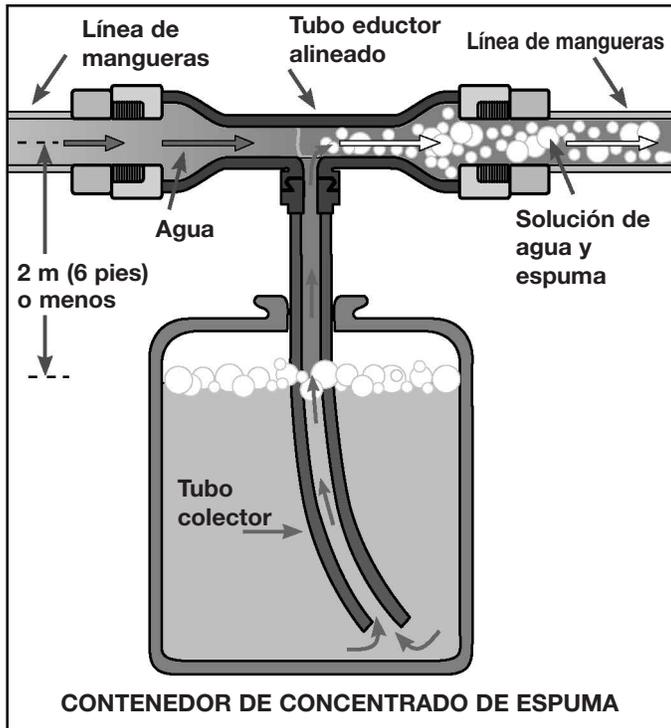


Figura 15.4 La espuma se introduce en el chorro contraincendios gracias al diferencial de presión creado en un dispositivo de medida de Venturi.



Figura 15.5 La mezcla intermitente es el método más sencillo para dosificar el concentrado de espuma en el agua.

funcionen conjuntamente. Si se utiliza un dosificador no compatible con el dispositivo de liberación (aunque los dos sean del mismo fabricante) puede producirse una espuma de baja calidad o no llegar a producirse espuma.

Existen cuatro métodos básicos para dosificar la espuma:

- Inducción
- Inyección
- Mezcla intermitente
- Premezcla

Se utilizan diversos dispositivos para dosificar la espuma. Algunos están diseñados para vehículos y otros para sistemas fijos de protección contraincendios. Más adelante en este capítulo, se tratan con más profundidad todos los tipos de dosificadores de espuma.

Inducción

Para dosificar la espuma mediante inducción (edución) se utiliza la energía de la presión del chorro de agua, que ayuda a inducir (succionar) el concentrado de espuma y a introducirlo en el chorro contraincendios. Para ello, se hace pasar el chorro de agua a través de un *tubo educador*, un dispositivo con un diámetro limitado (véase la figura 15.4). En este espacio limitado, existe un orificio que está unido al contenedor del concentrado de espuma mediante una manguera. La diferencia de presión creada por el agua que pasa a través del espacio limitado y por encima del orificio provoca una succión que arrastra el concentrado hacia el interior del chorro contraincendios. Los tubos educadores en línea y los tubos educadores de boquilla de espuma son ejemplos de dosificadores que funcionan con este método.

Inyección

Para dosificar la espuma con el método de inyección, se utiliza una bomba externa o la presión de descarga para hacer que el concentrado de espuma entre en el chorro contraincendios con la proporción adecuada en comparación con el flujo. Estos dispositivos suelen utilizarse en aplicaciones de sistemas de protección contraincendios fijos o montados en vehículos.

Mezcla intermitente

La mezcla intermitente es el método más sencillo para mezclar concentrado de espuma con agua. Para realizar una mezcla intermitente basta con verter vierte la cantidad adecuada de concentrado de espuma directamente en la cisterna de agua (véase la figura 15.5). Este método suele utilizarse para mezclar espuma en el depósito de agua de un vehículo contraincendios o en un depósito de agua portátil. Asimismo, se puede lograr una dosificación precisa de la espuma. La mezcla intermitente suele realizarse con espumas de clase A. En cambio, con las espumas de clase B sólo debe utilizarse como último recurso. La mezcla intermitente puede no resultar eficaz en los incidentes grandes, ya que, si se vacía el depósito de agua, hay que cerrar las líneas de



Figura 15.6 La espuma suele premezclarse en unidades de agente doble montadas sobre patines. *Gentileza de Conoco Oil Co.*

ataque de espuma hasta que vuelva a estar lleno de agua y se haya añadido más concentrado de espuma. Otro inconveniente de este método es que los concentrados de clase B y el agua del depósito deben circular durante un tiempo para garantizar que se logra una mezcla homogénea antes de descargar la solución. El tiempo necesario para realizar la mezcla depende de la viscosidad y la solubilidad del concentrado de espuma.

Premezcla

La premezcla es uno de los métodos de dosificación más utilizados. Con este método, se dispone de recipientes que contienen la mezcla de cantidades de agua y de concentrado de espuma previamente medidas. El método de premezcla suele utilizarse con extintores portátiles, extintores sobre ruedas, unidades de agente doble sobre patines y sistemas de depósitos montados en vehículos (véase la figura 15.6).

En la mayoría de casos, las soluciones premezcladas se descargan desde un depósito a presión utilizando o un gas inerte comprimido o aire. Otro método de descarga consiste en utilizar una bomba y un depósito de almacenaje atmosférico sin presión. La bomba descarga la solución de espuma a través de las tuberías o de la manguera hasta alcanzar los dispositivos de descarga. Los sistemas de premezcla sólo pueden aplicarse una vez. Cuando se han utilizado, hay que vaciarlos por completo y rellenarlos antes de volver a utilizarlos.

Cómo se almacena la espuma

Los concentrados de espuma se almacenan en contenedores de diversos tipos. El tipo de contenedor utilizado en una situación determinada depende de cómo se genera y se libera la espuma. Los cuerpos de bomberos municipales y forestales utilizan principalmente tres tipos de contenedores para almacenar el concentrado de espuma: bidones, barriles y cisternas del vehículo.

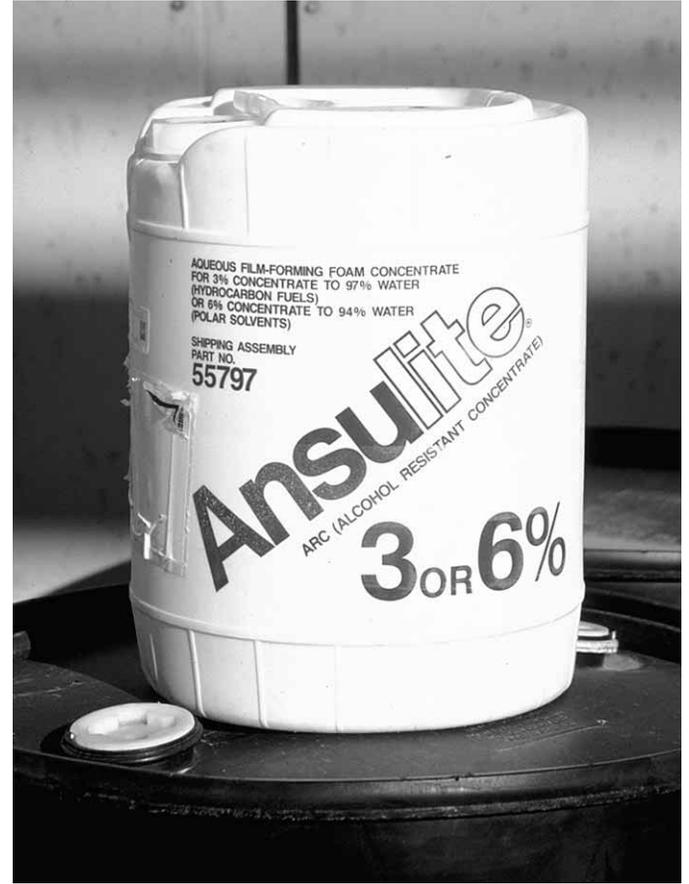


Figura 15.7 El concentrado de espuma puede comprarse en bidones de 20 L (5 galones). *Gentileza de Conoco Oil Co.*

Bidones

Los bidones de 20 L (5 galones) suelen ser los recipientes más utilizados por los cuerpos de bomberos para transportar y almacenar concentrado de espuma (véase la figura 15.7). Estos contenedores son resistentes y no se ven afectados por la naturaleza corrosiva de los concentrados de espuma. Los bidones pueden transportarse en los compartimentos de los vehículos, en los laterales o en zonas de almacenamiento de la parte superior. Los contenedores deben ser herméticos para evitar que se forme una película en la superficie del concentrado, lo que es muy importante si se trata de espumas resistentes al alcohol. El concentrado de espuma puede descargarse directamente desde el bidón si se utiliza un tubo eductor alineado o un tubo eductor para boquilla de espuma.

Barriles

En caso de que los bidones pequeños no resulten prácticos, el concentrado de espuma también puede transportarse y almacenarse en barriles de plástico o en barriles revestidos de plástico de 220 L (55 galones) (véase la figura 15.8). Algunos cuerpos de bomberos utilizan estos barriles para almacenar grandes cantidades de espuma, pero son más habituales en



Figura 15.8 Las organizaciones que utilizan grandes cantidades de espuma pueden comprar concentrado de espuma en barriles de 220 L (55 galones). *Gentileza de Conoco Oil Co.*



Figura 15.9 Algunas organizaciones poseen grandes vehículos que se utilizan principalmente para transportar grandes cantidades de concentrado de espuma. *Gentileza de Ron Jeffers.*



Figura 15.10 Las grandes cantidades de concentrado de espuma pueden colocarse en remolques especiales para espuma. *Gentileza de Fire Wagons, Inc.*

instalaciones industriales. Desde estos barriles, puede pasarse el concentrado de espuma a bidones o a depósitos de vehículos para su posterior utilización. Otros cuerpos disponen de vehículos diseñados para transportar estos barriles directamente hasta el lugar de

la emergencia y utilizarlos allí. El concentrado de espuma se descarga directamente desde los barriles del mismo modo en que se descarga de los bidones.

Depósitos de los vehículos

Los vehículos contraincendios equipados con sistemas integrales de a bordo para dosificar la espuma suelen disponer de depósitos para concentrado de espuma conectados de modo directo mediante tuberías al sistema de descarga de espuma. De este modo, se elimina la necesidad de utilizar bidones o barriles independientes. Se pueden encontrar depósitos para concentrado de espuma en autobombas municipales e industriales, en camiones cisterna para espuma y en vehículos para el rescate y la lucha contraincendios en aeronaves.

Según el diseño del vehículo, varía el tipo, la ubicación y el diseño del depósito para concentrado de espuma. Los depósitos para concentrado de espuma de menor tamaño están ubicados directamente sobre la bomba contraincendios. En los diseños más actuales, los depósitos para concentrado de espuma forman parte integral del depósito de agua del vehículo. Los depósitos para concentrado de espuma de mayor tamaño pueden estar situados justo al lado del depósito de agua del vehículo. Los camiones cisterna para espuma y algunos autobombas industriales para espuma disponen de un gran depósito que contiene concentrado de espuma y no tienen depósito de agua (véase la figura 15.9). Un gran número de cuerpos de bomberos que no suelen utilizar espuma, pero que pueden necesitar una gran cantidad de concentrado en determinadas ocasiones, poseen remolques especiales para transportar concentrado de espuma que pueden engancharse a otros vehículos cuando sea necesario (véase la figura 15.10). Independientemente del tipo de depósito, al igual que con los bidones de concentrado de espuma, es importante que sea hermético. Los depósitos normales de almacenamiento que no son herméticos no pueden utilizarse para almacenar concentrado de espuma. Asimismo, el depósito debe poseer una salida de ventilación por vacío de presión. Las normas de la NFPA establecen cuáles son los requisitos para diseñar depósitos de almacenamiento de concentrado de espuma. Si desea conocer los requisitos específicos sobre depósitos de almacenamiento, consulte al fabricante del concentrado de espuma.

Los depósitos para concentrado de espuma de los autobombas municipales tienen una capacidad de entre 80 y 800 L (20-200 galones). Los autobombas y los camiones cisterna para espumas pueden transportar 32.000 L (8.000 galones) o más de concentrado.

Concentrados de espuma

Los concentrados de espuma mecánicos pueden dividirse en dos categorías generales: los que se utilizan para los combustibles de clase A (combustibles normales) y los que se utilizan para combustibles de clase B (líquidos inflamables y combustibles). Los siguientes apartados contienen información sobre los concentrados de estas dos categorías.

Espuma de clase A

Aunque la espuma de clase A se utiliza desde los años cuarenta, los avances en su desarrollo no se han producido hasta hace poco. Este agente ha demostrado que es eficaz para combatir incendios estructurales, forestales, en minas de carbón, en almacenes de neumáticos y en otros incidentes con combustibles subterráneos.

ADVERTENCIA

Utilice la espuma de clase A sólo con combustibles de clase A. Esta espuma no está indicada para los incendios de clase B.

La espuma de clase A es una formulación de agentes tensioactivos hidrocarbúricos especiales. Estos agentes reducen la tensión de superficie del agua de la solución de espuma, lo que hace que el agua penetre mejor e incremente su eficacia. Si se utiliza junto con sistemas de espuma de aire comprimido, la espuma de clase A posee unas cualidades aislantes sobresalientes. Estos sistemas introducen grandes cantidades de aire comprimido y pequeñas cantidades de agua en la solución de espuma para crear la espuma.

La espuma de clase A puede utilizarse con boquillas nebulizadoras, boquillas para la aireación de la espuma, dispositivos de expansión media y alta, y sistemas de espuma de aire comprimido con casi cualquier tipo de boquilla, incluidas las de chorro directo (véase la figura 15.11). El tiempo durante el que puede almacenarse el concentrado de espuma de clase A puede alcanzar los 20 años. Puesto que este tipo de espuma se utiliza en porcentajes muy pequeños en solución, no perjudican al medio ambiente en condiciones normales de supresión de incendios. Sin embargo, existen pruebas de que el concentrado puede afectar ligeramente la vida acuática, por lo que no se recomienda su aplicación directa sobre masas de agua. Las espumas de clase A aprobadas por el Servicio forestal del Departamento de agricultura de EE.UU. se han sometido a pruebas de biodegradabilidad



Figura 15.11 La espuma de clase A puede descargarse a través de una boquilla nebulizadora normal. *Gentileza del Distrito de protección contraincendios de Mount Shasta, California (EE.UU.).*

y de impacto medioambiental. Aunque el concentrado de espuma de clase A posee características corrosivas y de gran potencia limpiadora, no daña los componentes del vehículo contraincendios expuestos a él, ya que el porcentaje que se utiliza para la solución es muy bajo. Además, si, después de utilizar el equipo de aplicación, se limpia siguiendo los procedimientos adecuados, se reducen al mínimo los efectos perjudiciales. Los fabricantes de concentrado de espuma y de vehículos contraincendios deben proporcionar información sobre los requisitos de limpieza de sus productos.

Dosificación

Los concentrados de espuma de clase A se mezclan en proporciones de entre un 0,1% y un 3,0%, pero los más utilizados son los que tienen concentraciones de entre un 0,2% y un 1,0%. A medida que aumentan los índices de expansión, cambian las características de expansión y de drenaje de la espuma. El tiempo de drenaje aumenta de modo proporcional a los incrementos en la concentración de la solución. A la vista, la espuma parece más densa. La mayoría de boquillas para espuma producen espumas más estables si la concentración es de un 1,0% que si es de entre un 0,4% y un 0,5%. No obstante, si se utilizan concentraciones por encima del 0,5% con boquillas nebulizadoras normales, el rendimiento de la lucha contraincendios no se ve incrementado. La dosificación de las espumas de clase A por encima de los porcentajes recomendados no supone un aumento del rendimiento, sólo se incrementa el coste de la actuación debido al uso excesivo de concentrado de espuma. Cuando lleve a cabo las siguientes actuaciones, utilice la lista de indicaciones generales para la dosificación de espuma de clase A:



Figura 15.12 La espuma de clase A resulta útil para atacar incendios de materiales muy comprimidos, como el heno de un incendio en un granero. *Gentileza de Bob Esposito.*



Figura 15.13 La espuma densa de clase A puede aplicarse sobre las estructuras para protegerlas durante un incendio forestal grande. *Gentileza del Distrito de protección contraincendios de Mount Shasta, California (EE.UU.).*

- Ataque contraincendios y salvamento con boquillas nebulizadoras normales: concentrado de espuma de entre un 0,2% y un 0,5%.
- Protección de los alrededores con boquillas nebulizadoras normales: concentrado de espuma de entre un 0,5% y un 1,0%.
- Cualquier aplicación con boquillas de espuma aspiradoras de aire: concentrado de espuma de entre un 0,3% y un 0,7%.
- Cualquier aplicación con sistemas de espuma de aire comprimido: concentrado de espuma de entre un 0,2% y un 0,5%.

Proporciones de aplicación

Las proporciones de aplicación corresponden a la cantidad mínima de solución de espuma que hay que

aplicar sobre un incendio, por minuto, y por metro cuadrado (pie cuadrado) de fuego. **La proporción de aplicación para la espuma de clase A es igual que el flujo mínimo crítico de agua.** Durante las actuaciones de emergencia, es muy importante conocer las proporciones correctas para aplicar solución de espuma. Estas proporciones deben determinarse durante la planificación de prevención de incidentes. Si se utiliza espuma de clase A, no debe reducirse el flujo.

Aplicación de la espuma de clase A

La espuma de clase A puede modificarse para cumplir determinadas necesidades, según la situación:

- **Zonas que exigen la máxima penetración.** La *espuma húmeda* es muy fluida y está recomendada para las zonas que exigen la máxima penetración. La espuma húmeda posee un elevado contenido de agua y una velocidad de drenaje rápida (véase la figura 15.12).
- **Superficies verticales.** La *espuma seca* es una capa rígida que se adhiere bien (véase la figura 15.13). La lenta velocidad de drenaje permite que la espuma se adhiera a estas superficies durante periodos de tiempo prolongados. La espuma seca posee un contenido de agua muy bajo y un alto contenido de aire. Tiene apariencia de espuma de afeitar.
- **Zonas que requieren un equilibrio entre las capacidades de penetración y de adherencia.** La capacidad de la *espuma semifluida* para cubrir el combustible es igual de buena que su capacidad para humedecerlo. Si se utiliza espuma semifluida, es extremadamente necesario poder ajustar la proporción de aire y concentrado.

El tiempo de drenaje desempeña un papel muy importante en la eficacia de la espuma. Las burbujas que se forman en la espuma empiezan a romperse en cuanto se aplican. Este proceso de división es lo que permite que la espuma libere el agua y humedezca el combustible. Un modo de medir la estabilidad de la espuma es la velocidad a la que se produce la división. Si el tiempo de drenaje es corto, la humidificación se produce más rápido. Sin embargo, si el tiempo de drenaje es prolongado la espuma retiene el agua y proporciona una capa de espuma aislante que dura más tiempo antes de liberar el agua. El proceso de división se ve afectado por diversos elementos: el calor del fuego (la temperatura del combustible), el tamaño del frente de llamas (incendios descontrolados) y, en menor grado, el viento y la temperatura del aire en el ambiente.

Espuma de clase B

La espuma de clase B se utiliza para extinguir incendios de líquidos inflamables y combustibles (véase la figura 15.14). Asimismo, se utiliza para suprimir los vapores de

derrames de estos líquidos que aún no han prendido. Existen diversos tipos de concentrados de este tipo, cada uno con sus ventajas e inconvenientes. Este apartado estudia sobre los diferentes tipos de concentrados de espuma de clase B y las características de cada uno de ellos.

Se puede hacer llegar la espuma de clase B hasta el chorro contraincendios mediante un sistema montado sobre un vehículo o un equipo portátil proveedor de espuma. Puede aplicarse ya sea utilizando boquillas nebulizadoras normales (AFFF y FFFP) o boquillas aspiradoras de aire para espuma (todos los tipos).

Los concentrados de espuma de clase B pueden ser sintéticos o estar fabricados a base de proteínas. Las espumas proteínicas se fabrican con proteínas animales. Las sintéticas son una mezcla de agentes tensioactivos fluorados. Algunas espumas están hechas con una combinación de materiales sintéticos y proteínicos. Más adelante en este capítulo, se estudian los diversos tipos de concentrados de espuma proteínicos, sintéticos y combinados.

Las espumas que se almacenan en lugares frescos se mantendrán mejor durante más tiempo que las espumas almacenadas en lugares cálidos. Las espumas proteínicas pueden almacenarse durante unos 10 años. Transcurrido ese tiempo, pueden empezar a degradarse químicamente y a ser menos eficaces. Las espumas sintéticas durarán más (normalmente entre 20 y 25 años) que las espumas proteínicas.

Por regla general, no deben mezclarse concentrados de espuma de diferentes fabricantes en un mismo depósito, ya que pueden ser incompatibles químicamente. La excepción a esta regla es la espuma fabricada conforme a las especificaciones militares estadounidenses. Estas espumas están pensadas para que se pueda realizar la mezcla sin riesgo alguno. En el lugar de emergencia, justo antes de aplicarlos, se pueden mezclar concentrados pertenecientes al mismo tipo (todos los AFFF, todos los fluoroproteínicos, etc.) aunque sean de fabricantes diferentes.

Las propiedades químicas de las espumas de clase B y su impacto medioambiental varían según el tipo de concentrado y el fabricante. Las espumas proteínicas suelen ser más seguras para el medio ambiente. Si desea más información sobre un concentrado específico, consulte los folletos informativos de los fabricantes.

Dosificación

Las espumas de clase B actuales se mezclan en concentraciones de entre un 1% y un 6%. La dosificación adecuada para un concentrado en concreto se encuentra



Figura 15.14 Puede necesitarse espuma para controlar un incendio grande de líquido inflamable. *Gentileza de Rich Mahaney.*



Figura 15.15 La dosificación necesaria debe estar especificada con claridad en el exterior del envase de concentrado de espuma. *Gentileza de Conoco Oil Co.*

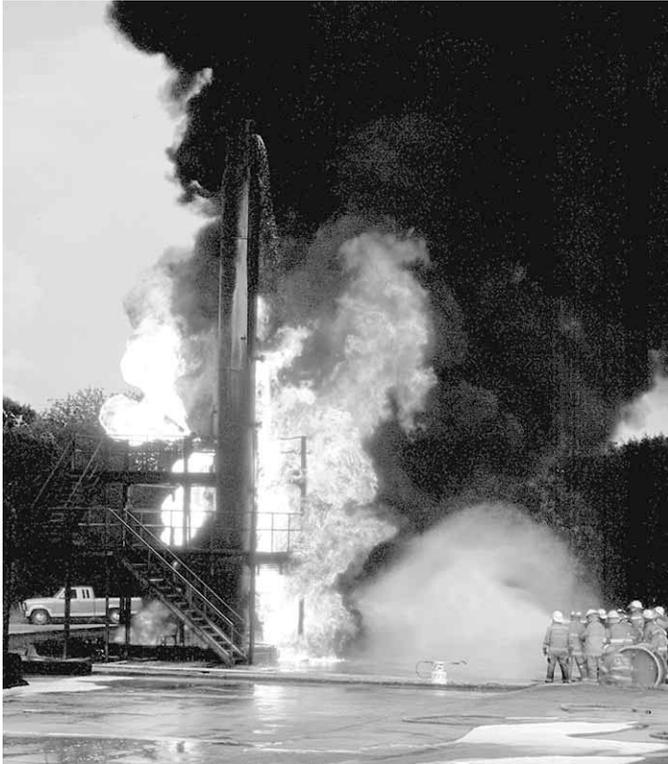


Figura 15.16 Incendio de clase B típico.

en el exterior del contenedor de espuma (véase la figura 15.15). Algunas espumas multiusos diseñadas tanto para los combustibles hidrocarbúricos como para los combustibles que son disolventes polares se pueden usar a diversas concentraciones, dependiendo del combustible sobre el que vayan a utilizarse. Estos concentrados suelen utilizarse con una concentración de un 1% o de un 3% con hidrocarburos y de un 3% o de un 6% con disolventes polares, según las recomendaciones del fabricante.

Anteriormente, los concentrados mecánicos de espuma más antiguos para disolventes polares estaban diseñados para utilizarlos con concentraciones de un 6% o superiores. En función del combustible que se ataque, se podían necesitar concentraciones de hasta un 10%. Actualmente no suelen utilizarse estos concentrados.

Las espumas de expansión media suelen utilizarse en concentraciones del 1,5%, 2% ó 3%. Ante cualquier concentrado de espuma de clase B, siga las recomendaciones de dosificación indicadas por el fabricante.

Expansión de la espuma

La expansión de la espuma es el incremento de volumen de una solución de espuma cuando se airea. Esta es una característica clave que hay que tener en cuenta al elegir el concentrado de espuma para una aplicación específica. El método utilizado para airear una solución

de espuma proporciona diversos grados de expansión que dependen de los siguientes factores:

- Tipo de concentrado de espuma utilizado
- Proporción precisa del concentrado de espuma en la solución
- Calidad del concentrado de espuma
- Método de aspiración

Según su función, la espuma puede ser de tres tipos: de expansión baja, de expansión media y de expansión alta. La NFPA 11, *Standard for Low-Expansion Foam* (Norma sobre la espuma de expansión baja), establece que la proporción aire/solución de la espuma de expansión baja es de hasta 20 partes de espuma final por cada parte de solución de espuma (proporción 20:1). La espuma de expansión media suele utilizarse con una proporción de entre 20:1 y 200:1, a través de dispositivos de liberación de boquilla hidráulica. En las espumas de expansión alta, la expansión es de entre 200:1 y 1.000:1.

Velocidad de aplicación

La velocidad de aplicación de la espuma para la lucha contraincendios depende de diversas variables:

- Tipo de concentrado de espuma utilizado
- Si el combustible arde o no (véase la figura 15.16)
- Tipo de combustible implicado (hidrocarburo/disolvente polar)
- Si el combustible se ha derramado o está en un depósito; y, en caso de que se encuentre en un depósito, el tipo de depósito influirá en la proporción de aplicación.

La NFPA 11 establece las velocidades de aplicación mínimas de la solución de espuma sobre los combustibles prendidos. Puesto que existen muchísimas variables, la NFPA 11 contiene una serie de tablas en las que se especifican los requisitos de las diferentes velocidades de aplicación. La siguiente lista contiene las velocidades de aplicación para algunos de los incendios más habituales a los que se enfrentan los bomberos.

- *Incendios en derrames (no estancados) de combustibles hidrocarbúricos en los que se utilizan equipos de extinción portátiles.* Espumas de proteínicas y fluoroproteínicas: 6,5 (L/min)/m² (0,16 gpm/p²) durante 15 minutos. Espumas AFFF y FFFP: 0,10 (L/min)/m² (4,1 gpm/p²) durante 15 minutos.
- *Incendios en derrames (no estancados) de combustibles que son disolventes polares en los que se utilizan equipos de extinción portátiles.* En general, la velocidad de aplicación se sitúa entre 4,1 (L/min)/m² y 8,2 (L/min)/m² (entre 0,10 y 0,20 gpm/p²), según la lista de fabricantes de Underwriters Laboratories. Si desea conocer las cifras exactas, consulte las

recomendaciones del fabricante del concentrado de espuma.

- *Incendios en combustibles hidrocarbúricos almacenados en depósitos fijos en el tejado en los que se utilizan equipos de extinción portátiles.* La velocidad de aplicación es de 6,5 (L/min)/m² (0,16 gpm/p²) para todas las espumas. Los líquidos combustibles requieren que la aplicación dure unos 50 minutos, mientras que los líquidos inflamables y el crudo necesitan unos 65 minutos.

Para determinar la velocidad a la que se puede aplicar la espuma con una boquilla determinada, divide el flujo de la boquilla por la superficie incendiada. Por ejemplo, si se dispone de una boquilla de 1.000 L/min (250 gpm) para combatir un incendio de 100 m² (1.000 p²), la velocidad de aplicación es de 10 (L/min)/m² (0,25 gpm/p²) (véase la figura 15.17).

Los derrames que no han prendido no requieren las mismas velocidades de aplicación que los incendiados, ya que el calor radiante, la llama abierta y las succiones termales no atacan a la espuma final como lo harían si hubieran prendido. La NFPA 11 no especifica ninguna velocidad de aplicación para los derrames que no han prendido. Sin embargo, en caso de que el derrame entre en ignición, los bomberos deben estar preparados para descargar espuma al menos a la velocidad de aplicación mínima durante un período de tiempo determinado según las condiciones del incendio.

Todos los suministros de concentrado de espuma deben encontrarse en el punto de abastecimiento del lugar del incendio antes de comenzar la aplicación. Una vez iniciada, debe mantenerse de modo ininterrumpido hasta completar la extinción. Si se detiene y vuelve a iniciarse, el fuego y el combustible pueden consumir la capa de espuma ya aplicada. Dado que los combustibles que son disolventes polares tienen diferentes afinidades con el agua, y es importante conocer las velocidades de aplicación para cada tipo de disolvente. Estas velocidades también varían según el tipo y el fabricante del concentrado de espuma seleccionado. Los fabricantes de concentrado de espuma proporcionan información sobre las velocidades de aplicación adecuadas establecidas por Underwriters Laboratories Inc. Si desea más información sobre las velocidades de aplicación, consulte la NFPA 11 y las recomendaciones del fabricante de espuma.

Concentrados de espuma específicos

Muchas espumas poseen aplicaciones específicas en función de sus propiedades y de su rendimiento. Algunas son espesas y viscosas, y forman capas duras y resistentes al calor sobre las superficies del líquido en combustión;

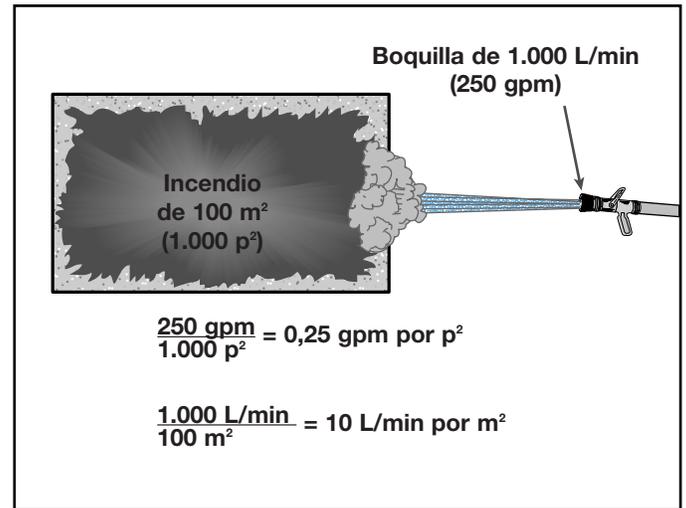


Figura 15.17 Para garantizar la extinción del incendio, es necesario determinar la velocidad de aplicación correcta.

otras son más finas y se expanden más rápido. Algunas espumas producen una capa de sellado gaseosa formada por una solución acuosa que actúa sobre las superficies líquidas. Otras, como las espumas de expansión media y alta, se utilizan en grandes volúmenes para inundar superficies y rellenar cavidades. En los siguientes párrafos se presentan los tipos de concentrados de espuma más habituales.

Espumas proteínicas normales

Las espumas proteínicas normales se fabrican a partir de fuentes de proteínas naturales como harinas de pezuñas, de cuernos o de plumas. La harina de proteína se hidroliza en presencia de cal y se convierte en un hidrolizado de proteínas que se neutraliza. Se le añaden otros compuestos, como estabilizadores de espuma, anticorrosivos, agentes antimicrobianos y productos químicos que permiten reducir la temperatura de congelación de la espuma. La espuma proteínica normal suele poseer una buena estabilidad ante el calor y resiste la reignición, pero no es tan móvil o fluida sobre la superficie del combustible como los otros tipos de espumas de expansión baja. La espuma proteínica normal se degrada más rápido mientras permanece almacenada que la espuma sintética (la espuma proteínica normal tiene dura unos 10 años, mientras que las otras pueden almacenarse durante unos 25 años). En la actualidad, los cuerpos de bomberos no suelen utilizar espumas proteínicas normales.

Espumas fluoroproteínicas

La espuma fluoroproteínica, que es una combinación de espuma proteínica y de espuma sintética, se fabrica a partir de concentrados de espuma de proteínica a los que se añaden compuestos tensioactivos fluorados. Estos compuestos se parecen a los desarrollados para los

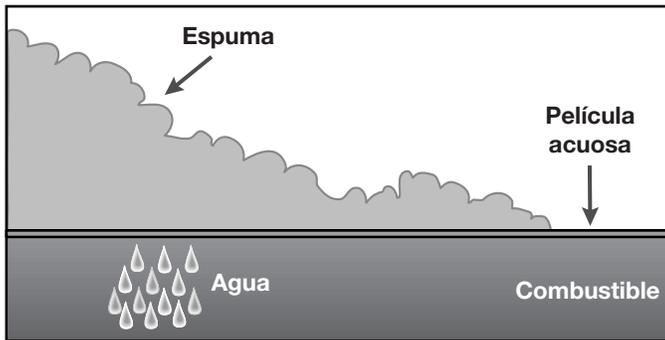


Figura 15.18 Esta ilustración muestra los principios en los que se basa el funcionamiento de la AFFF para controlar incendios y derrames de líquidos hidrocarbúricos de clase B.

agentes AFFF (descritos más adelante), pero se utilizan en concentraciones mucho menores. La adición de estos compuestos produce una espuma que fluye con más facilidad que la espuma proteínica normal. La espuma fluoroproteínica proporciona una fuerte “capa de seguridad” para la supresión de vapores a largo plazo. La supresión del vapor es especialmente importante en los derrames no prendidos. Los concentrados fluoroproteínicos siguen siendo la espuma que prefieren algunos cuerpos de bomberos.

Se puede cambiar la formulación de la espuma fluoroproteínica para hacerla resistente al alcohol añadiendo sales de amoníaco suspendidas en disolventes orgánicos. La espuma fluoroproteínica resistente al alcohol mantiene esa propiedad de resistencia durante unos 15 minutos. Las espumas fluoroproteínicas resistentes al alcohol, al igual que las espumas fluoroproteínicas normales, poseen también un grado elevado de resistencia al calor y de retención de agua.

Espuma formadora de película fluoroproteínica (FFFP)

El concentrado de espuma formadora de película fluoroproteínica (FFFP) se basa en la tecnología de la espuma fluoroproteínica y además posee las capacidades de la espuma formadora de película acuosa (AFFF). La FFFP incorpora las ventajas que aporta la AFFF para sofocar rápidamente un incendio y la duradera resistencia al calor que caracteriza a las espumas fluoroproteínicas. Existen FFFP resistentes al alcohol.

Espuma formadora de película acuosa (AFFF)

La espuma formadora de película acuosa (AFFF) es la espuma más utilizada hoy en día. La AFFF es totalmente sintética. Está formada por compuestos tensioactivos fluorados e hidrocarbúricos combinados con agua y con disolventes cuyo punto de ebullición es elevado. Los compuestos tensioactivos fluorados reducen la tensión superficial del agua por debajo de la tensión de superficie de los hidrocarburos, de modo que una fina película acuosa pueda extenderse sobre el combustible.

Si se aplica AFFF (así como FFFP, comentada anteriormente) sobre un incendio de un hidrocarburo, pueden ocurrir tres cosas:

1. Se libera una película excluyente de aire/vapor sobre la capa de espuma.
2. La capa de espuma, que se mueve rápido, se desplaza por la superficie y alrededor de los objetos, lo que proporciona más aislamiento.
3. A medida que la capa de espuma aireada (de 7:1 a 20:1) va perdiendo agua, se libera más película. Esto ofrece a la AFFF la capacidad de “recuperarse” en las zonas donde la capa de espuma se ha roto.

Casi todos los fabricantes de espuma producen AFFF resistente al alcohol. Para combatir incendios en la mayoría de disolventes polares, se utilizan AFFF resistentes al alcohol en concentraciones de entre un 3% y un 6%, según la marca empleada. Asimismo, pueden utilizarse AFFF resistentes al alcohol en concentraciones de entre un 1% y un 3%, según establezca el fabricante, para combatir incendios en hidrocarburos. Los concentrados diseñados para utilizarse al 3% sobre combustibles hidrocarbúricos y al 6% sobre disolventes polares suelen denominarse concentrados de *3 por 6*. Los concentrados que se utilizan al 3% en ambos tipos de combustibles se denominan concentrados de *3 por 3*. Los concentrados diseñados para utilizarse al 1% sobre combustibles hidrocarbúricos y al 3% sobre disolventes polares suelen denominarse concentrados de *1 por 3*.

Cuando se aplican AFFF resistentes al alcohol sobre combustibles de disolventes polares, en lugar de una película acuosa, crean una membrana sobre el combustible. Dicha membrana separa el agua de la capa de espuma del ataque del disolvente. A continuación, la capa actúa de forma bastante similar a la AFFF normal. Para que la membrana tenga tiempo de formarse, hay que aplicar la AFFF resistente al alcohol con suavidad sobre el combustible. La AFFF resistente al alcohol no debe sumergirse en el combustible, sino que debe pulverizarse por la superficie.

Espumas de expansión alta

Las espumas de expansión alta son espumas con funciones especiales que contienen detergente. Gracias a su bajo contenido en agua, se minimizan los daños causados por el agua. Asimismo, su bajo contenido en agua es útil en los casos en los que no deben producirse derrames. Las espumas de expansión alta poseen tres aplicaciones básicas:

- En espacios cerrados, como sótanos, minas de carbón y en otros espacios subterráneos (véase la figura 15.19).
- En sistemas fijos de extinción con usos industriales

específicos como almacenes de papel enrollado o a granel.

- En incendios de clase A.

Los concentrados de espuma de expansión alta poseen proporciones de expansión de entre 200:1 y 1.000:1 cuando se utiliza la capacidad de expansión alta y proporciones de expansión de entre 20:1 y 200:1 si se utiliza sólo un nivel de expansión mediano. (**NOTA:** el tipo de dispositivo de aplicación utilizado determina si la capacidad de expansión empleada de la espuma será media o alta.)

Sistemas de baja energía para la dosificación de espuma

El proceso de dosificación de espuma parece simple: se añade la cantidad adecuada de concentrado de espuma al chorro de agua y se produce una solución de espuma eficaz. No obstante, este proceso no es tan simple como parece. Para conseguir que el chorro contraincendios tenga la dosificación exacta de concentrado de espuma, hay que utilizar el equipo necesario siguiendo estrictamente las especificaciones de funcionamiento. Si no se utiliza tal y como se ha diseñado, incluso el mejor equipo de dosificación puede o producir espuma de baja calidad o no producir espuma. En general, los dispositivos para dosificar espuma funcionan gracias a uno de los dos principios básicos siguientes:

- La presión del chorro de agua que fluye a través de un orificio crea una acción Venturi que succiona (arrastra) el concentrado de espuma hacia el interior del chorro de agua.
- Los dispositivos de dosificación presurizados inyectan concentrado de espuma en el chorro de agua en la proporción deseada y a una presión superior a la del agua.

Este apartado describe los diversos tipos de dispositivos de baja energía para la dosificación de espuma, que pueden ser portátiles o que pueden estar montados en vehículos. Un sistema de baja energía transmite presión a la solución de espuma sólo mediante la utilización de una bomba contraincendios. Estos sistemas introducen aire en la solución o cuando ésta alcanza la boquilla o cuando se descarga a través de la boquilla. Los sistemas de espuma de

alta energía introducen aire comprimido en la solución de espuma antes de descargarla en la línea de mangueras. Los sistemas de alta energía para producir espuma se describen más adelante en este manual.

Dosificadores de espuma portátiles

Los dosificadores de espuma portátiles son los dispositivos de dosificación más sencillos y más utilizados en la actualidad. Los tres tipos de dosificadores portátiles de espuma más comunes son: tubos eductores de espuma alineados, tubos eductores para boquilla de espuma y boquillas autoeductoras de chorro maestro.

Tubos eductores de espuma alineados

Los eductores de espuma alineados con los dosificadores más utilizados por los cuerpos de bomberos. Este tubo está diseñado para unirse directamente a la salida de descarga del panel de la bomba o para conectarse en algún punto del tendido de mangueras. Si se utiliza un tubo eductor alineado, es muy importante seguir las instrucciones del fabricante acerca de la presión entrante y de la longitud máxima del tendido de mangueras entre el tubo eductor y la boquilla adecuada.

Los tubos eductores alineados funcionan gracias al principio de Venturi, que les permite succionar el concentrado de espuma e introducirlo en el chorro de agua (véase la figura 15.4). A medida que el agua a alta presión pasa sobre una abertura reducida, crea una área de baja presión cerca de la salida del tubo eductor. Esta área de baja presión provoca un efecto de succión, denominado *principio de Venturi*. El tubo eductor colector se conecta al tubo eductor en este punto de baja presión. Un tubo colector eductor sumergido en el concentrado de espuma succiona el concentrado hacia el interior del chorro de agua, creando una solución de



Figura 15.19 La espuma de expansión alta suele utilizarse para controlar incendios en sótanos.



Figura 15.20 El tubo se coloca directamente en el bidón de espuma.

agua y espuma (véase la figura 15.20).

Si se utilizan tubos educadores, es muy importante respetar ciertas normas. Si no se siguen, el rendimiento del tubo educador será menor.

Norma 1. El tubo educador debe controlar el flujo del sistema, es decir, el flujo que atraviesa el tubo educador no debe exceder la capacidad específica del tubo. Si se sobrepasa dicha capacidad, o se produce espuma de baja calidad o no se produce espuma.

Norma 2. La presión en la salida del tubo educador (también denominada *contrapresión*) no debe ser mayor que el 65-70% de su presión de entrada. La contrapresión del tubo educador viene determinada por la suma de la presión de boquilla, la pérdida de presión por fricción en el tramo de manguera desde el tubo educador hasta la boquilla, y la pérdida de presión por altura. Si la contrapresión es superior a la recomendada, no se introduce concentrado de espuma en el agua.

Norma 3. La concentración de la solución de espuma es sólo correcta si se utiliza la presión de entrada del tubo educador especificada, que suele ser de entre 1.050 y 1.400 kPa (150-200 lb/pulg²).



Figura 15.21 Aclare a fondo el tubo educador con agua limpia después de cada uso.

Si se utilizan presiones de entrada inferiores a la presión establecida se consiguen concentraciones ricas en espuma. En cambio, si las presiones de entrada son superiores a la especificada para la presión de entrada, se obtienen concentraciones pobres en espuma. Las concentraciones demasiado ricas o demasiado pobres pueden no ser adecuadas.

Norma 4. Los tubos educadores deben mantenerse y limpiarse de modo adecuado después de cada uso. Para limpiar el tubo educador, hay que sumergir el tubo colector de espuma en un bidón de agua limpia e introducir agua en su interior durante al menos un minuto o hasta que la boquilla descargue agua limpia (véase la figura 15.21). En el parque de bomberos, hay que limpiar y comprobar a conciencia tanto el tubo educador como su filtro después de cada uso.

Norma 5. Las válvulas dosificadoras deben ajustarse de modo que se adapten tanto al porcentaje de concentrado de espuma como al combustible ardiendo. De lo contrario, se producirá una espuma de baja calidad.

Norma 6. La entrada que va del concentrado de espuma hasta el tubo educador no debe estar a más de 2 m (6 pies) por encima de la superficie del líquido del concentrado de espuma (véase la figura 15.22). Si la entrada se encuentra a

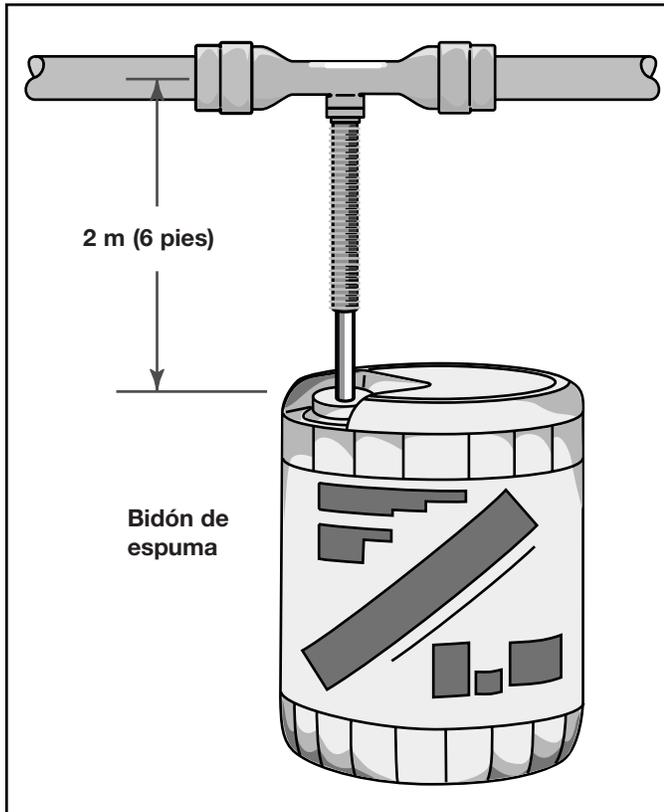


Figura 15.22 El tubo eductor no debe estar más de 2 m (6 pies) por encima de la superficie del concentrado de espuma.

demasiada altura, la concentración de espuma será muy pobre e incluso es probable que no se logre inducir nada de espuma.

Para que la boquilla y el tubo eductor funcionen de modo correcto, deben tener la misma velocidad de flujo en L/min (gpm). Recuerde que es el tubo eductor, y no la boquilla, el que debe controlar el flujo. Si la boquilla tiene una velocidad de flujo menor que la del tubo eductor, éste no hará fluir la cantidad de agua suficiente que le permita absorber el concentrado. Por ejemplo, esto sucede si se dispone de una boquilla de 240 L/min (60 gpm) y de un eductor de 380 L/min (95 gpm).

Si se utiliza una boquilla con un flujo superior al del tubo eductor, también se obtienen malos resultados. Una boquilla de 500 L/min (125 gpm) con un tubo eductor de 380 L/min (95 gpm) no proporcionará una educación adecuada del concentrado de espuma. Sin embargo, si la presión de salida de la boquilla es baja, se producirá una espuma de baja calidad. Si se utilizan boquillas automáticas, deben seguirse las recomendaciones del fabricante de tubos eductores para espuma.

Tubos eductores para boquilla de espuma

Los tubos eductores para boquilla de espuma funcionan gracias al mismo principio que el tubo eductor alineado. A diferencia de éste, se colocan en la boquilla en vez de

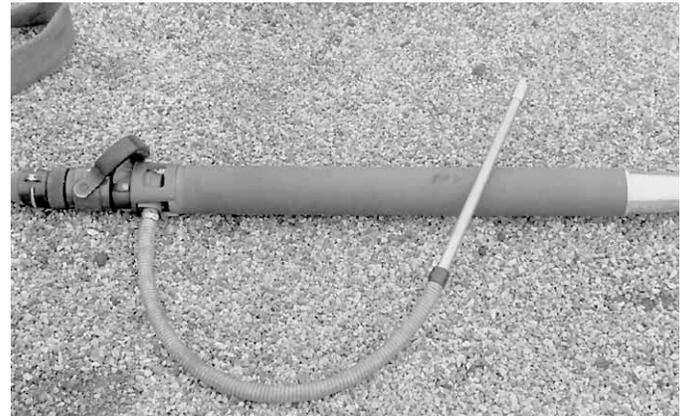


Figura 15.23 Tubo eductor típico para la boquilla de espuma de una línea de mano.

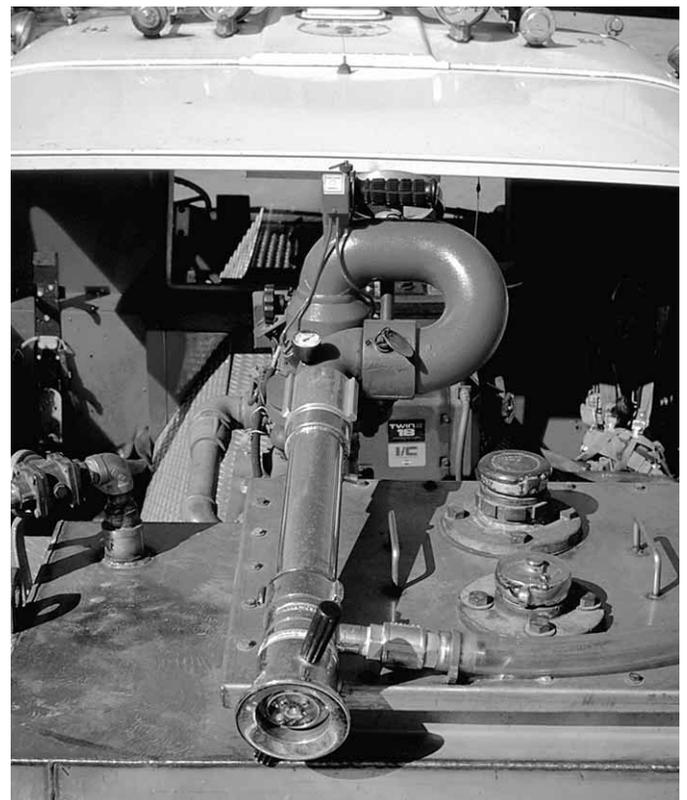


Figura 15.24 Los dispositivos autoeductores de chorro maestro de espuma pueden descargar grandes flujos.

en la línea de mangueras (véase la figura 15.23). Como consecuencia, su utilización requiere que se disponga del concentrado de espuma en el lugar donde se utiliza la boquilla. Si se desplaza la boquilla de espuma, también hay que desplazar el concentrado de espuma. Los problemas logísticos de reubicación se ven incrementados por los litros (galones) de concentrado necesarios. La utilización de un tubo eductor para la boquilla de espuma pone en peligro la seguridad del bombero: los bomberos no pueden moverse con rapidez y se ven forzados a abandonar el concentrado en caso de que deban retroceder por cualquier motivo.



Figura 15.25 El controlador de proporción de chorro se parece a un tubo eductor de espuma alineado.

Boquillas autoeductoras de chorro maestro de espuma

Las boquillas autoeductoras de chorro maestro de espuma se utilizan cuando se necesitan flujos de más de 1.400 L/min (350 gpm). Estas boquillas pueden alcanzar flujos de hasta 56.000 L/min (14.000 gpm) (véase la figura 15.24). La boquilla autoeductora de chorro maestro utiliza un diseño de Venturi modificado para succionar concentrado de espuma e introducirlo en el chorro de agua. El tubo colector de Venturi se sitúa en el orificio central de la boquilla, de modo que se consigue una solución “rica” (con una dosificación excesiva) que se diluye al alcanzar las placas deflectoras de la boquilla a medida que se descarga la solución. La ventaja de este tipo de tubo eductor para boquillas de espuma consiste en que la caída de la presión es mucho menor (10% o menos) que la que suele darse con los tubos eductores normales para boquillas. De este modo, el alcance del chorro es mayor.

Para suministrar concentrado de espuma a una boquilla autoeductora de chorro maestro, puede utilizarse un controlador de la proporción del chorro. Estos controladores son un tipo de tubo eductor alineado que hacen que el abastecimiento de concentrado de espuma pueda estar a una distancia de hasta 900 m (3.000 pies) de la boquilla autoeductora de chorro maestro. De este modo, los bomberos que se encargan de hacer funcionar las bombas y de mantener el abastecimiento de concentrado de espuma pueden permanecer a una distancia segura del fuego. Asimismo, estos controladores permiten un cambio de elevación de hasta 15 m (50 pies).

Los controladores se abastecen de una línea de mangueras procedente de la misma bomba que abastece a las otras mangueras hasta las boquillas (véase la figura 15.25). El flujo de agua que llega al controlador

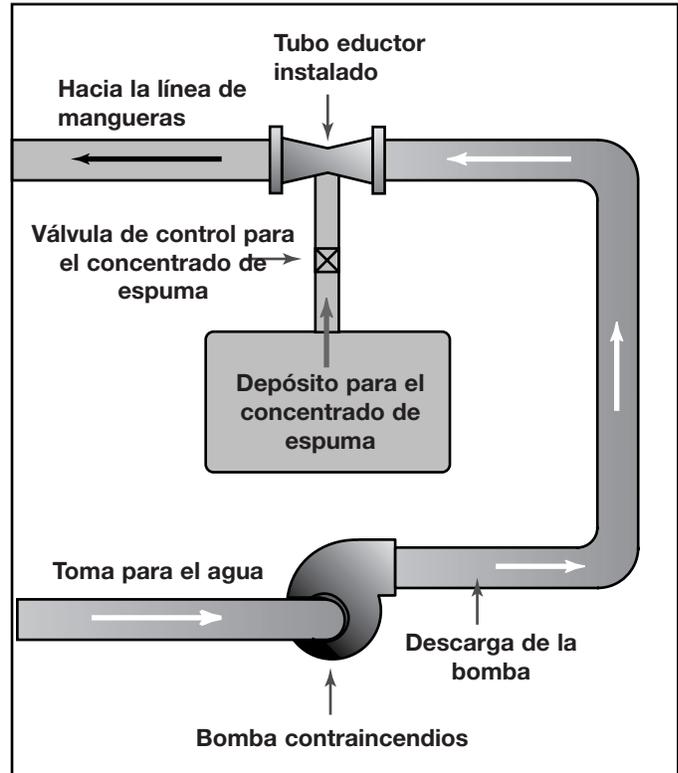


Figura 15.26 Distribución típica de un sistema instalado de tubo eductor alineado.

representa el 2,5% del flujo total del sistema. Al igual que con un tubo eductor alineado normal, a medida que el agua fluye a través del controlador, se crea un efecto de Venturi que succiona el concentrado a través del tubo colector y lo introduce en la línea de mangueras. La diferencia consiste en que el controlador dosifica el concentrado para obtener una solución del 66,5%. A continuación, esta solución rica se bombea hacia una boquilla autoeductora de chorro maestro de espuma, donde se dosificará de nuevo con el agua suministrada por la bomba para obtener una solución de descarga con una concentración del 3%. Para conseguir una dosificación adecuada, es importante que el controlador sea el que corresponde para la boquilla utilizada.

Sistemas de dosificación de espuma montados en vehículos

Suelen montarse sistemas de dosificación de espuma sobre vehículos para incendios estructurales, industriales, forestales, así como sobre vehículos para el rescate y la lucha contraincendios en aeronaves y sobre barcos-bomba. La mayoría de los sistemas de dosificación de espuma descritos en este apartado pueden utilizarse con concentrados de espuma tanto de clase A como de clase B. Los tipos de sistemas para dosificar espuma que se tratan en este apartado son los siguientes:

- Sistemas fijos de tubos eductores alineados
- Dosificadores alrededor de la bomba
- Dosificadores de derivación equilibradores de la presión
- Sistemas de inyección directa de flujo y dosificación variables
- Dosificadores a demanda equilibradores de presión y de flujo variable
- Mezcla intermitente

Sistemas fijos de tubos eductores alineados

Los sistemas fijos de tubos eductores alineados funcionan igual que los tubos eductores alineados portátiles. La única diferencia es que estos tubos eductores siempre están conectados al sistema de bombeo del vehículo (véase la figura 15.26). Las mismas precauciones referentes a las longitudes de la manguera, a la correspondencia entre el flujo del eductor y de la boquilla, y a las presiones de entrada que se mencionaban en la lista de los tubos eductores alineados portátiles son válidas para los tubos eductores alineados fijos. Estos dispositivos pueden obtener el concentrado de espuma mediante tubos colectores (a partir de bidones de 20 L [5 galones]) o desde los depósitos de concentrado de espuma del vehículo.

En numerosos casos se utiliza una versión especial de este dispositivo, denominada dosificador de derivación, para reducir la pérdida de presión por fricción en el tubo eductor. En el modo de derivación, una válvula dirige el agua a través de una segunda cámara del tubo eductor sin orificios ni restricciones (véase la figura 15.27). Este modo se utiliza más cuando no se quiere espuma y la descarga funciona como una línea de agua de ataque normal.

Si se quiere espuma, hay que situar la válvula en la posición de espuma. De este modo, el flujo de agua se dirigirá hacia el tubo eductor/la cámara del orificio (véase la figura 15.28). Suele haber una válvula dosificadora adyacente para ajustar diversos tipos de concentrados de espuma.

Los tubos eductores alineados instalados suelen utilizarse para dosificar espumas de clase B. Es necesario respetar las normas de utilización de estos dispositivos. Puesto que los concentrados de espuma de Clase A suelen utilizarse en concentraciones muy bajas (de entre un 0,1% y un 1,0%), los tubos eductores alineados instalados no son eficaces para dosificar espumas de clase A.

Dosificadores alrededor de la bomba

Este tipo de dosificador es uno de los dosificadores fijos que más se instalan en los vehículos contraincendios en

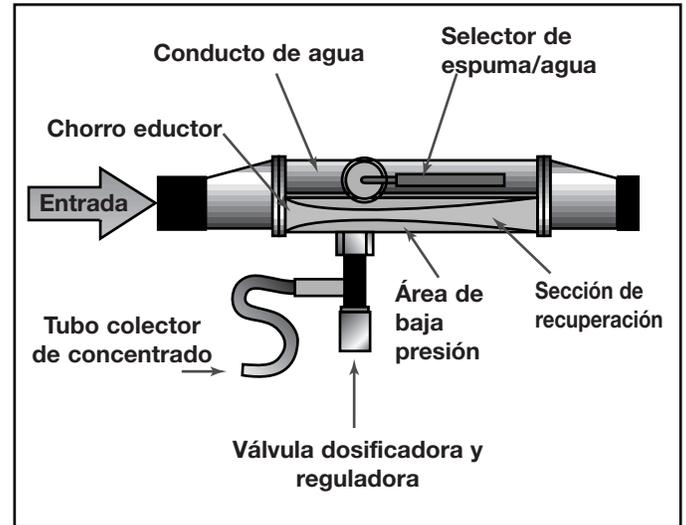


Figura 15.27 En el modo de derivación, la bomba sólo descarga agua.



Figura 15.28 El sistema de espuma se activa mediante la válvula de cambio del sistema de espuma.

la actualidad. El sistema de dosificación alrededor de la bomba consiste en una pequeña línea de agua de retorno (derivación) que va desde la descarga de la bomba hasta la toma (véase la figura 15.29). En esta línea de derivación, se coloca un tubo eductor alineado. Una válvula colocada en la línea de derivación, justo en el tubo de descarga de la bomba, controla el flujo de agua de la línea de derivación. Si se abre la válvula, una pequeña cantidad de agua (de 40 L/min a 160 L/min [de 10 a 40 gpm]) que descarga la bomba pasa por el tubo de derivación. A medida que el agua va pasando por el tubo eductor, el efecto de Venturi resultante succiona el concentrado de espuma del depósito y lo hace pasar por el tubo de derivación. La solución de espuma resultante vuelve a la toma de la bomba desde donde se bombea hacia la descarga y se introduce en la línea de mangueras.

Los sistemas de dosificación alrededor de la bomba tienen un flujo establecido y, aunque se permite una

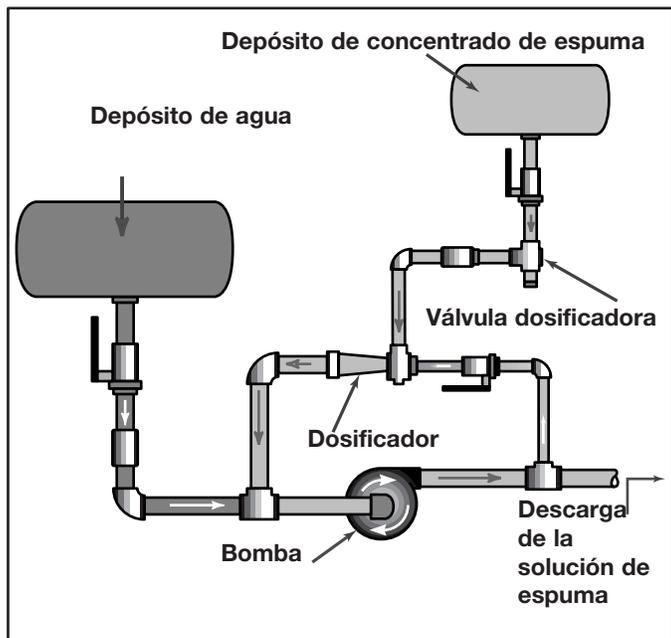


Figura 15.29 Los vehículos contra incendios estructurales suelen incluir dosificadores alrededor de la bomba.

cierta flexibilidad, sólo deberían utilizarse con ese flujo. Por ejemplo, una unidad diseñada para un flujo de 2.000 L/min (500 gpm) a una concentración del 6% ofrece 4.000 L/min (1.000 gpm) a una concentración del 3%.

El principal inconveniente de los dosificadores alrededor de la bomba antiguos es que la bomba no puede aprovechar la presión entrante. Si el suministro de entrada de agua es superior a 70 kPa (10 lb/pulg²), el concentrado de espuma no entrará en la toma de la bomba. Si el concentrado no puede entrar en la toma de la bomba, esto suele significar que el dosificador sólo puede utilizar si se cierra el depósito de agua del vehículo. En la actualidad, existen nuevas unidades capaces de soportar presiones de toma de hasta 280 kPa (40 lb/pulg²). Otro inconveniente es que la bomba debe emplearse únicamente en suministrar espuma. Un dosificador de este tipo no permite que la bomba descargue agua normal y espuma al mismo tiempo.

Dosificadores de derivación equilibradores de la presión

Los dosificadores de derivación equilibradores de la presión son uno de los sistemas más exactos para dosificar la espuma. Se utilizan más en aplicaciones con vehículos más grandes, como vehículos para atender choques en aeropuertos y vehículos para combatir incendios en refineras. Las principales ventajas de los dosificadores de derivación equilibradores de la presión son las posibilidades de controlar la demanda de concentrado de espuma y de ajustar la cantidad de concentrado suministrada. Otra ventaja principal de estos dispositivos es la capacidad de descargar espuma por algunas salidas y agua normal por otras al mismo

tiempo. Gracias a este dosificador, un único vehículo puede abastecer al mismo tiempo tanto líneas de ataque como líneas protectoras para la refrigeración con agua.

Los vehículos equipados con un dosificador de derivación equilibrador de presión poseen una línea de concentrado de espuma conectada a cada salida de descarga de la bomba (véase la figura 15.30). Una bomba de concentrado de espuma independiente de la bomba principal abastece esta línea. Esta bomba succiona el concentrado que se encuentra en un depósito fijo. Está diseñada para suministrar concentrado de espuma hasta el orificio de salida con la misma presión que utiliza la bomba principal para suministrar agua a esa misma descarga. Una válvula de control de presión hidráulica controla la presión de la descarga y la presión del concentrado de espuma procedentes de la bomba para el concentrado de espuma, lo que garantiza que ambas estén equilibradas.

El orificio de la línea del concentrado de espuma dispone de un mecanismo de ajuste situado en el lugar por donde se conecta a la línea de descarga. Si se utiliza una espuma al 3%, el orificio de descarga para el concentrado de espuma debe estar al 3% del tamaño total de la salida de descarga del agua; si se utiliza una espuma al 6%, el orificio de descarga para el concentrado de espuma debe estar al 6% del tamaño total de la salida de descarga del agua; etc. Puesto que la espuma y el agua se suministran a la misma presión y los tamaños de las descargas son proporcionales, la espuma queda bien dosificada.

Una de las limitaciones del dosificador de derivación equilibrador de la presión es que necesita una bomba de espuma con una toma de fuerza u otra fuentes de energía. Asimismo, la derivación del concentrado en este sistema puede ocasionar el calentamiento, la alteración y la aireación (producción de burbujas en el depósito de almacenamiento) del concentrado de espuma.

Sistemas de inyección directa de flujo y dosificación variables

Este tipo de dosificador funciona sin necesidad de energía suministrada por el sistema eléctrico del vehículo. Los sistemas de gran volumen pueden utilizar una combinación de energía eléctrica e hidráulica. La inyección de concentrado se controla siguiendo el flujo de agua y controlando la velocidad de una bomba volumétrica para concentrado de espuma, de modo que se inyecta el concentrado en la proporción deseada. Dado que el flujo de agua controla la inyección de concentrado de espuma, ésta no se ve afectada por la presión del agua. Se puede lograr un flujo pleno a través de las descargas de la bomba contra incendios gracias a

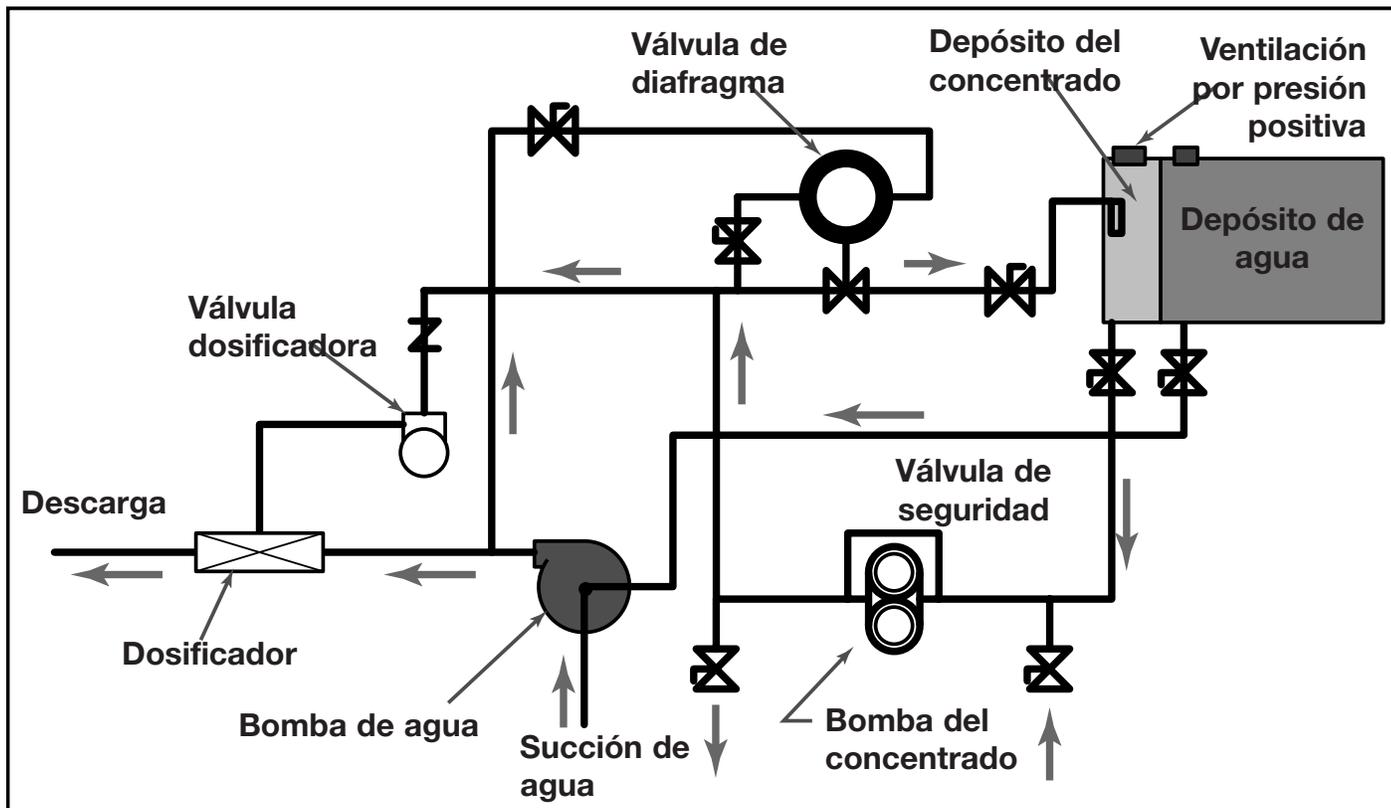


Figura 15.30 Sistema de dosificación de espuma equilibrador de presión.

que los conductos del sistema de dosificación no suponen ninguna restricción para el flujo.

Los sistemas de inyección directa de flujo y dosificación variables proporcionan concentraciones de entre un 0,1% y un 3%. La unidad de control posee una pantalla digital que muestra el flujo actual de agua o de solución de espuma, la cantidad total de agua o de solución que ha fluido hasta ese momento, el flujo actual del concentrado de espuma y la cantidad de concentrado de espuma utilizada hasta ese momento.

Estos sistemas pueden utilizarse con todo tipo de concentrados de espuma de clase A y con numerosos concentrados de espuma de clase B. Sin embargo, no pueden utilizarse con concentrados de espuma resistentes al alcohol debido a que éstos tienen una viscosidad elevada. Estos sistemas se abastecen de los depósitos de espuma a presión atmosférica transportados en los vehículos.

Los sistemas de inyección directa con flujo y dosificación variables presentan diversas ventajas. En primer lugar, son capaces de dosificar la espuma para cualquier flujo o presión dentro de los límites del sistema. Otra ventaja es que el sistema se ajusta automáticamente a los cambios en el flujo de agua cuando se abren o se cierran las boquillas. Asimismo, las boquillas pueden estar situadas a una altura superior o

inferior a la de la bomba sin que eso afecte a la dosificación de la espuma. Por último, el sistema puede utilizarse con sistemas de alta energía para generar espuma (comentados más adelante en este capítulo).

El inconveniente de estos sistemas es que el punto de inyección de espuma debe estar situado dentro la tubería antes de que los cuadros de válvulas o el sistema de distribución a múltiples bombas realice la descarga.

Dosificadores a demanda equilibradores de presión y de flujo variable

Los sistemas dosificadores a demanda equilibradores de presión y de flujo variable, también denominados *sistemas de bombeo a demanda*, son muy versátiles. Este sistema funciona con un mecanismo de velocidad variable, hidráulico o eléctrico, que propulsa una bomba para el concentrado de espuma. Esta bomba suministra concentrado de espuma a un dispositivo de dosificación de Venturi instalado en la línea de agua (véase la figura 15.31). Si se activa, se controla automáticamente la salida de la bomba de concentrado de espuma, de modo que que el flujo de concentrado sea proporcional al flujo de agua para producir una solución de espuma eficaz.

Los sistemas de dosificación a demanda equilibradores de presión y con flujo variable poseen un gran número de ventajas. En primer lugar, el flujo y la presión del concentrado de espuma se ajustan a las

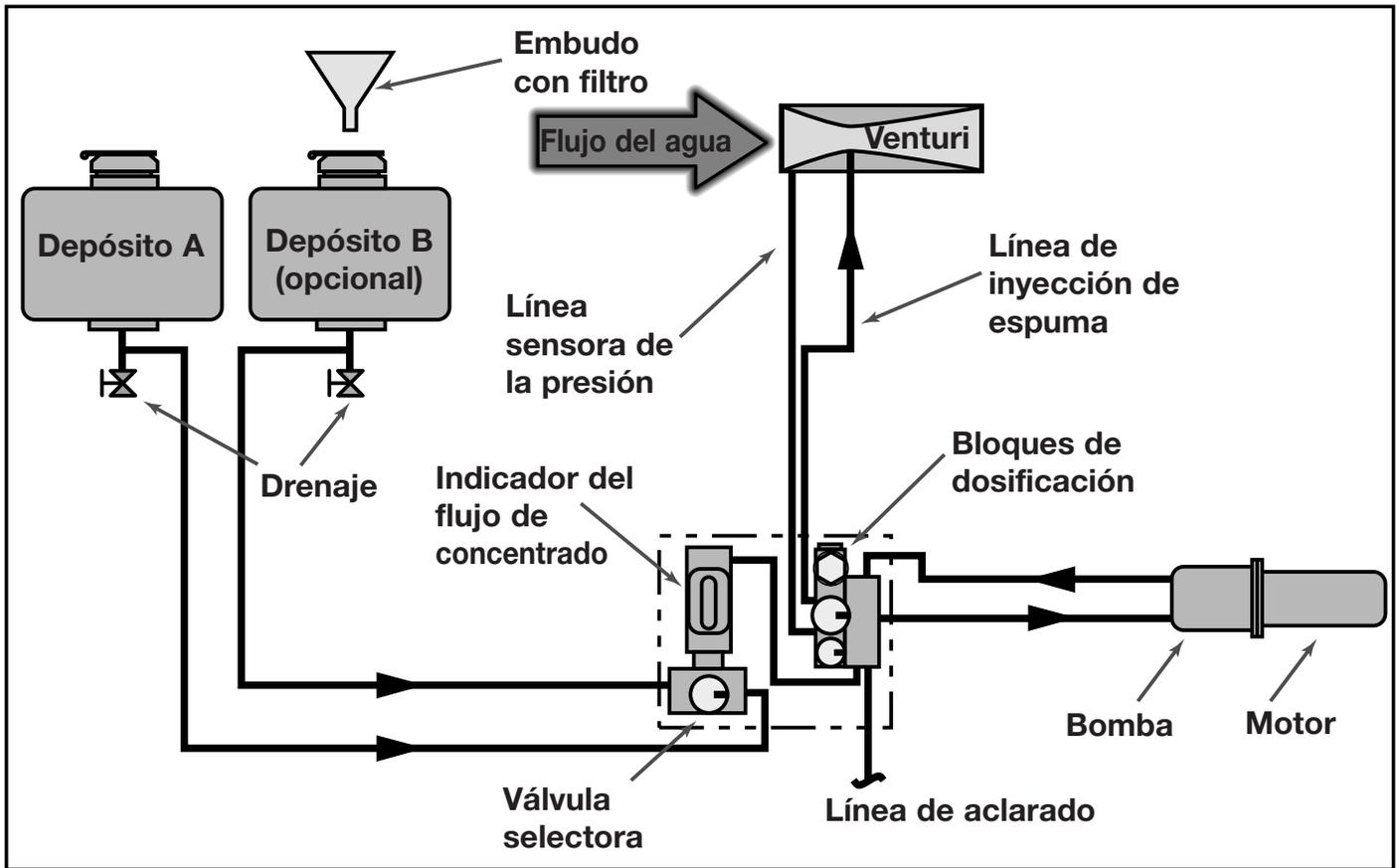


Figura 15.31 Esta bomba suministra concentrado de espuma a un dispositivo de dosificación de Venturi instalado en la línea de agua. Gentileza de KK Products.

necesidades del sistema. En segundo lugar, dicho flujo no vuelve a pasar por el depósito de concentrado de espuma. El sistema está siempre a punto para el bombeo y no es necesario aclararlo después de utilizarlo. Por último, puede descargarse al mismo tiempo agua y/o una solución de espuma desde cualquier combinación de orificios de salida hasta alcanzar la capacidad establecida.

Una de las limitaciones de estos sistemas consiste en que las descargas de la bomba contraincendios tienen controladores de proporción (lo que reduce el área de descarga); por lo que las caídas de presión de la descarga son superiores que en las bombas normales.

Mezcla intermitente

Sin duda alguna, el método más simple para dosificar la espuma es verter una cantidad adecuada de concentrado de espuma en un depósito de agua. Este método se denomina *mezcla intermitente* o *método de vertido*. Para llevarlo a cabo, en el momento en el que es necesario utilizar espuma, el conductor/operario vierte una cantidad predeterminada de concentrado de espuma en un depósito a través del orificio de llenado superior. Entonces se bombea el vehículo con normalidad y la espuma se descarga a través de la línea de manguera abierta. La cantidad de concentrado de espuma

necesaria depende del tamaño del depósito de agua y del porcentaje de dosificación de la espuma.

El tamaño del depósito de agua y el porcentaje de dosificación del concentrado de espuma determinan la cantidad de concentrado que hay que echar en el depósito de agua. Por ejemplo, si se utiliza un 3% de concentrado de espuma para producir 400 L (100 galones) de solución de espuma, hay que añadir 12 L (3 galones) de concentrado de espuma a 367 L (97 galones) de agua. Por tanto, para conseguir una solución de espuma adecuada, a una cisterna nodriza de 2.000 L (500 galones) hay que añadirle 60 L (15 galones) de concentrado de espuma al 3%. La tabla 15.1 muestra las cantidades de concentrado necesarias para diferentes porcentajes de dosificación y depósitos de agua de diversos tamaños.

La mezcla intermitente suele utilizarse sólo con AFFF normal (concentrados de AFFF no resistentes al alcohol) y con concentrados de espuma de clase A. El concentrado AFFF se mezcla bien con el agua y permanece suspendido en la solución durante un tiempo prolongado. Si se realiza una mezcla intermitente con AFFF, hay que hacer circular el agua en la cisterna durante algunos minutos antes de descargarla para que ambos componentes se mezclen por completo. La

Tabla 15.1
Cantidad de concentrado necesaria para diversos tamaños de depósitos de agua

Dosificación del concentrado de espuma %		2.000 (500)	3.000 (750)	4.000 (1.000)	6.000 (1.500)	8.000 (2.000)
Cantidad de concentrado que debe añadirse en litros (galones)	1%	20 (5)	30 (7,5)	40 (10)	60 (15)	80 (20)
	3%	60 (15)	90 (22,5)	120 (30)	180 (45)	240 (60)
	6%	120 (30)	180 (45)	240 (60)	360 (90)	480 (120)

mezcla intermitente puede realizarse en cualquier momento, en cualquier lugar y con cualquier tipo de equipo y no es necesario utilizar equipos caros de dosificación.

Las soluciones de espuma de clase A no conservan sus propiedades para hacer espuma si permanecen mezcladas con agua durante más de 24 horas. Puede producirse una mayor degradación, según el producto utilizado. Otro inconveniente de este método es que puede formarse espuma cuando se vuelve a llenar el depósito de agua, lo que puede provocar una cavitación de la bomba o dificultades de cebado. Las soluciones de espuma son excelentes agentes limpiadores y pueden tender a eliminar los lubricantes de las juntas de las válvulas esféricas. Siempre que utilice la mezcla intermitente, preste especial atención a esas juntas. Este método debe utilizarse únicamente si no es posible utilizar ningún otro sistema de dosificación.

El inconveniente de este método es que toda el agua que lleva el autobomba se transforma en solución de espuma. Además, este método no permite una descarga continua de espuma en los incidentes grandes, ya que hay que cerrar el chorro cada vez que el vehículo debe llenarse de agua. Es difícil mantener la proporción de concentrado correcta al rellenar la cisterna, a menos que ésta se vacíe por completo cada vez.

Sistemas de alta energía para generar espuma

Los sistemas de alta energía para generar espuma se diferencian de los descritos anteriormente en que introducen aire comprimido en la solución de espuma antes de descargarla en la línea de mangueras. La turbulencia de la solución de espuma y del aire comprimido a través de la tubería y/o la manguera es lo que produce la espuma final. Además de formar espuma, el aire comprimido hace que el chorro de espuma se descargue alcanzando distancias mucho mayores que un chorro de espuma o de agua normal (véase la figura 15.32).



Figura 15.32 Un sistema de espuma de aire comprimido posee un alcance bastante mayor que el de un chorro de baja energía. *Gentileza del Distrito de protección contraincendios de Mount Shasta, California (EE.UU.).*

Estos sistemas se utilizaron en las primeras aplicaciones de espuma de clase A en el cuerpo de bomberos estadounidense a principios de los años 70. El Servicio forestal de Tejas experimentó con pequeños sistemas contraincendios de aire comprimido que utilizaban un derivado del jabón de pino del proceso de fabricación de papel como agente para crear espuma. Estos sistemas se denominaron formalmente equipos no presurizados para la producción de espuma. Los primeros sistemas de este tipo presentaban múltiples limitaciones, de las que la más importante era que el aire comprimido provenía de cilindros de aire, ya que limitaba el tiempo que estos sistemas podían permanecer en funcionamiento. Otro inconveniente es que el flujo de dichos sistemas se limita a unos 120 L/min (30 galones), por lo que no pueden utilizarse con seguridad en ataques a incendios estructurales.

A mediados de los años 80, el Bureau of Land Management (BLM) (Organismo para la ordenación de tierras) de EE.UU. realizó una investigación que culminó con el desarrollo de un tipo de sistema de alta energía para la espuma de clase A que en la actualidad empieza a utilizarse también en los vehículos contra incendios estructurales y forestales. En lugar de utilizar cilindros de



Figura 15.33 Además de los controles de dosificación de la espuma, en el panel de la bomba también están instalados los controles del aire comprimido. *Gentileza del Distrito de protección contra incendios de Mount Shasta, California (EE.UU.).*

aire, el BLM añadió un compresor rotativo de aire a un autobomba normal del cuerpo de bomberos. Este sistema utiliza una bomba centrífuga normal para suministrar agua. Se coloca un sistema de dosificación de espuma de inyección directa en la descarga de la bomba. Después de que el concentrado de espuma y el agua se hayan mezclado para formar la solución de espuma, se añade aire comprimido a la mezcla antes de descargarla desde el vehículo a la línea de mangueras. Dichos sistemas suelen denominarse sistemas de espuma de aire comprimido.

La utilización de espuma de aire comprimido ofrece diversas ventajas tácticas:

- El alcance de los chorros contra incendios es bastante mayor que el de los chorros producidos con sistemas de baja energía.
- Un sistema de espuma de aire comprimido produce pequeñas burbujas de aire de tamaño uniforme, muy resistentes.

- Las espumas producidas con este sistema se adhieren a la superficie del combustible y resisten el calor más tiempo que la espuma de baja energía.
- Las líneas de mangueras que contienen solución de espuma de alta energía son más ligeras que las líneas de mangueras cargadas con solución de espuma de baja energía o agua sola.
- Los sistemas de espuma de aire comprimido suprimen el fuego de forma más segura, lo que permite realizar un ataque eficaz sobre el fuego a mayor distancia.

A pesar de todo, también existen algunas limitaciones:

- Los sistemas de espuma de aire comprimido incrementan los gastos de un vehículo y las tareas de mantenimiento que éste necesita.
- Si el sistema de espuma de aire comprimido no proporciona a la línea de mangueras una cantidad suficiente de espuma, la manguera puede mostrar una reacción errática.
- El aire comprimido puede acentuar la reacción de manguera en caso de que se rompa.
- El personal que utilizará un sistema de espuma de aire comprimido para combatir un incendio, así como el personal que controlará estos sistemas, debe someterse a un entrenamiento adicional.

La mayoría de vehículos equipados con sistemas de espuma de aire comprimido también están diseñados para descargar sólo agua, en caso necesario. De hecho, la mayoría de vehículos equipados con dichos sistemas sólo vierten espuma a través de descargas preseleccionadas. Puede disponer de otras descargas capaces de descargar tanto solución de espuma como agua.

La bomba que se utiliza en los vehículos con sistemas de espuma de aire comprimido es una bomba centrífuga normal. El sistema de dosificación de espuma consiste en algún tipo sistema automático que realiza la dosificación en la descarga (véase la figura 15.33). Los tubos eductores de espuma no suelen utilizarse, ya que no están diseñados para funcionar con dosificaciones de educación de entre un 0,1% y un 1% ni con los flujo variables que necesitan las espumas de clase A. Se necesitan dosificadores de detección de flujo automático y dosificación variable para garantizar que el concentrado de espuma llega al chorro contra incendios con la velocidad adecuada.

En general, 0,06 m³/min (2 p³/min) de flujo de aire por cada 4 L (1 galón) por minuto de flujo de solución de espuma producen una espuma muy seca con flujos de hasta 400 L/min (100 gpm) de solución de espuma. De este modo, se produce una gran cantidad de espuma a una

proporción de expansión de 10:1. La mayoría de ataques contra incendios estructurales y forestales en los que se utilizan sistemas de espuma de aire comprimido se realizan utilizando un flujo de entre 0,015 m³/min y 0,03 m³/min (entre 0,5 y 1,0 p³/min) por cada 4 L (1 galón) de solución de espuma. Esta proporción permite que la solución realice un drenaje adecuado desde la capa de espuma, de modo que se logra humedecer el combustible y evitar la reignición. Asimismo, evita que se produzcan incendios incandescentes debajo de la capa de espuma.

Dispositivos portátiles para la aplicación de espuma

Después de mezclar el concentrado de espuma y el agua para formar la solución de espuma, hay que mezclarla con aire (airearla) y descargarla en la superficie del combustible. Con los sistemas de baja energía para generar espuma, la aireación y la descarga se consiguen mediante la boquilla de espuma. Las espumas de baja expansión pueden descargarse a través de las boquillas de las líneas de mano o a través de dispositivos de chorro maestro. Aunque pueden utilizarse boquillas contraincendios normales para aplicar algunos tipos de espuma de baja expansión, es mejor utilizar boquillas que produzcan el resultado deseado, por ejemplo, boquillas para espuma de drenaje rápido o boquillas para espuma de drenaje lento. Los siguientes apartados se centran en los dispositivos portátiles para la aplicación de espuma. (NOTA: los tubos eductores para boquillas de espuma y las boquillas autoeductoras de chorro maestro se consideran boquillas portátiles de espuma, pero no se tratan en este apartado, ya que se han descrito con anterioridad este capítulo.)

Boquillas de línea de mano

La IFSTA define la boquilla de las líneas de mano como “cualquier boquilla que puedan controlar de uno a tres bomberos con seguridad y que descargue menos de 1.400 L/min (350 gpm)”. El flujo de la mayoría de las boquillas de las líneas mano es considerablemente inferior a esta cifra. Las siguientes secciones describen las boquillas de las líneas de mano que suelen utilizarse para aplicar espuma.

Boquillas de cilindro directo

Con respecto a la aplicación de espuma, el uso de boquillas de cilindro directo se limita a las aplicaciones con sistemas de espuma de aire comprimido para espumas de clase A. En estas aplicaciones, la boquilla de cilindro directo proporciona un chorro contraincendios eficaz con una capacidad de alcance máxima (véanse las figuras 15.34 a y b). Las pruebas indican que el alcance de

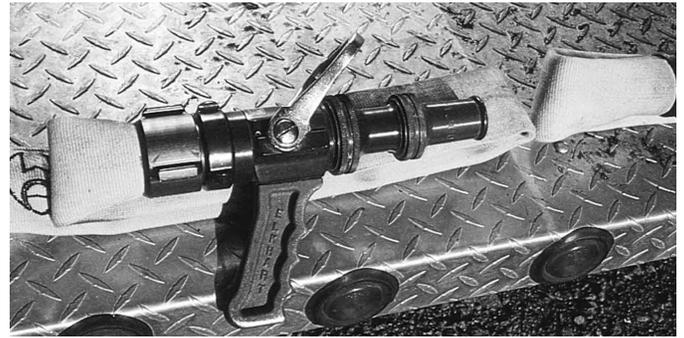


Figura 15.34a Boquilla típica de chorro directo que puede utilizarse con un chorro producido por un sistema de espuma de aire comprimido. *Gentileza del Distrito de protección contraincendios de Mount Shasta, California (EE.UU.).*



Figura 15.34b Los chorros procedentes de un sistema de espuma de aire comprimido a través de una boquilla de chorro directo son una herramienta poderosa. *Gentileza del Distrito de protección contraincendios de Mount Shasta, California (EE.UU.).*



Figura 15.35 Las espumas que forman películas pueden descargarse con eficacia a través de boquillas nebulizadoras normales. *Gentileza de Conoco Oil Co.*

los sistemas de espuma de aire comprimido puede ser de más del doble que el alcance de un chorro contraincendios de baja energía. Si utiliza una boquilla de cilindro directo con un sistema de aire comprimido, haga caso omiso de la norma que afirma que el orificio de descarga de la boquilla no debe ser mayor que la mitad del diámetro de la manguera. Las pruebas indican que una línea de mangueras de 38 mm (1,5 pulgadas) puede estar equipada con una punta de boquilla de hasta 29 mm (1,5 pulgadas) de diámetro y seguir proporcionando un chorro contraincendios eficaz.



Figura 15.36 Puede unirse este accesorio a la boquilla nebulizadora para aumentar la aireación de la espuma. *Gentileza de KK Products.*



Figura 15.37 Boquilla típica de espuma aspiradora.



Figura 15.38 Dispositivo de chorro maestro de espuma. La boquilla montada en el vehículo es capaz de descargar 32.000 L/min (8.000 gpm) y se abastece de hasta 6 mangueras de 125 mm (5 pulgadas).

Boquillas nebulizadoras

Las boquillas nebulizadoras, tanto de flujo fijo como automáticas, pueden utilizarse para producir una espuma de expansión baja y de corta duración (véase la figura 15.35). Este tipo de boquilla rompe la solución de espuma en pequeñas gotas y utiliza la agitación que producen mientras se desplazan por el aire para crear espuma. Los mejores resultados se obtienen si se utiliza con espumas AFFF normales y espumas de clase A. Estas



Figura 15.39 Algunos vehículos están equipados con torres de espuma.

boquillas no pueden utilizarse ni con espumas de proteínas ni de fluoroproteínas. Pueden utilizarse con espumas AFFF resistentes al alcohol sobre incendios de hidrocarburos, pero no deben utilizarse en incendios de disolventes polares, ya que ofrecen una aspiración insuficiente para controlarlos. Algunos fabricantes de boquillas disponen de accesorios para airear la espuma que pueden colocarse en el extremo de la boquilla y aumentar así la aspiración de la solución de espuma (véase la figura 15.36).

Boquillas de espuma para aspirar aire

La boquilla de espuma para aspirar aire introduce aire en la solución de espuma mediante el efecto Venturi (véase la figura 15.37). Estas boquillas deben utilizarse con concentrados de proteínas y fluoroproteínas. También pueden utilizarse con espumas de clase A en incendios forestales. Estas boquillas proporcionan la máxima expansión del agente. El alcance del chorro es inferior al de la boquilla nebulizadora normal.

Boquillas de chorro maestro para espuma

Las emergencias de gran tamaño con líquidos combustibles e inflamables no pueden controlarse usando sólo líneas de mano. Por ese motivo, deben utilizarse boquillas de chorro maestro que permitan descargar las cantidades de espuma necesarias en dichas emergencias (véase la figura 15.38). Tal y como sucede con las boquillas de las líneas de mano, se pueden utilizar boquillas nebulizadoras tanto de flujo fijo como automáticas para descargar espuma en caso necesario. Su actuación será muy parecida a la descrita en la sección sobre boquillas para líneas de mano. Los vehículos industriales de gran tamaño para espuma y los vehículos de rescate y lucha contra incendios en aeronaves pueden estar equipados con boquillas de chorro maestro para espuma con aireación especial (véase la figura 15.39).

Dispositivos para generar espuma de expansión media y alta

Los generadores de espuma de expansión media y alta producen una espuma semiestable con un alto contenido de aire. En las espumas de expansión media, el contenido de aire es de entre 20 partes de aire por una de solución de espuma (20:1) y 200 partes de aire por una de solución de espuma (200:1). En las espumas de expansión alta, la proporción se sitúa entre 200:1 y 1.000:1. Existen dos tipos básicos de generadores de espuma de expansión media y alta: la boquilla para aspirar agua y el soplador mecánico.

La boquilla para aspirar agua es muy parecida a las otras boquillas para hacer espuma, con la excepción de que ésta es mucho mayor y más larga (véase la figura 15.40). La parte posterior de la boquilla está abierta para permitir que fluya el aire. Se bombea la solución de espuma a través de la boquilla en forma de pulverización fina que se mezcla con el aire para formar una espuma de expansión moderada. El extremo de la boquilla tiene uno o varios filtros que dividen la espuma aún más y la mezclan con el aire. Estas boquillas suelen producir una espuma con un volumen de aire menor que las espumas que producen los sopladores mecánicos.

Los sopladores mecánicos se parecen a un extractor de humos. El principio de funcionamiento es el mismo que el de la boquilla para aspirar agua, con la excepción de que en este caso se hace entrar aire a través del pulverizador de espuma mediante un ventilador eléctrico en lugar de impulsarlo con el movimiento del agua. Este dispositivo produce una espuma con un alto contenido de aire y suele utilizarse para inundaciones totales (véase la figura 15.41). Sólo se utiliza con espuma de expansión alta.

Montaje de un chorro contraincendios de espuma

Para crear un chorro contraincendios de espuma, el conductor/operario debe ser capaz de montar correctamente todas las piezas del sistema. El siguiente procedimiento describe los pasos para montar una línea de espuma utilizando un dosificador alineado. Tal y como se mencionó anteriormente, se trata de uno de los métodos más habituales para producir espuma que utilizan los cuerpos de bomberos municipales.

- Paso 1. Elija el concentrado de espuma adecuado para el tipo de combustible que está ardiendo.
- Paso 2. Compruebe que el tubo eductor y la boquilla son compatibles desde el punto de vista hidráulico (se utilizan con el mismo flujo) (véase la figura 15.42).



Figura 15.40 Tubo para espuma de expansión alta.



Figura 15.41 Los sopladores mecánicos generan grandes cantidades de espuma de expansión alta. *Gentileza de Walter Kidde, Inc.*

- Paso 3. Compruebe que el porcentaje de concentrado de espuma que aparece en el recipiente de la espuma se adapta a las características del tubo eductor. Si el tubo eductor puede ajustarse, configúrelo para la concentración adecuada.
- Paso 4. Conecte el tubo eductor a una manguera capaz de descargar de modo eficaz un flujo igual a la capacidad indicada en el tubo eductor y en la boquilla (véase la figura 15.43).
 - Procure que la manguera no presente dobleces.
 - Si se conecta el tubo eductor directamente a una descarga de la bomba, asegúrese de que las compuertas de la válvula de bola están totalmente abiertas. Asimismo, evite las conexiones a los codos de descarga. Esto es importante, ya que cualquier cosa que provoque turbulencias en el agua perjudica la actuación del tubo eductor.
- Paso 5. Una la línea de mangueras de ataque y la boquilla deseada al extremo de descarga del tubo eductor. La longitud de la manguera entre



Figura 15.42 Compare el tubo eductor y la boquilla para asegurarse de que son compatibles.



Figura 15.43 Conecte el tubo eductor con la manguera.



Figura 15.44 Coloque el tubo colector en el bidón de concentrado de espuma.

el tubo eductor y la boquilla no debe sobrepasar las recomendaciones del fabricante.

Paso 6. Abra suficientes cubos de concentrado de espuma para realizar la tarea. Colóquelos cerca del tubo eductor, de modo que se pueda realizar la operación sin interrumpir el flujo de concentrado.

Paso 7. Coloque la manguera de succión del tubo eductor en el concentrado (véase la figura 15.44). Asegúrese de que el fondo del concentrado no está a más de 2 m (6 pies) por debajo del tubo eductor.

Paso 8. Aumente la presión de abastecimiento de agua según lo que requiera el tubo eductor. Asegúrese de consultar las recomendaciones del fabricante para el tubo eductor del que disponga. Si todo va bien, la espuma debería fluir.

Resolución de los problemas de las actuaciones con espuma

Existe una serie de razones por las que no se logra producir espuma o por las que la espuma producida es de baja calidad. Las causas más habituales son:

- El flujo del tubo eductor no se corresponde con el flujo de la boquilla, lo que hace que no se succione concentrado de espuma
- Existen escapes de aire en los empalmes que producen una pérdida de succión

- El equipo de dosificación no se ha limpiado correctamente, por lo que algunos conductos de espuma están obstruidos
- El control de la boquilla está parcialmente cerrado, lo que hace aumentar la presión en la boquilla
- El tendido de mangueras es demasiado largo en el lado de descarga del tubo eductor
- La manguera tiene pliegues
- La boquilla está situada a una altura muy superior a la del tubo eductor, lo que provoca una presión de elevación excesiva
- Se han mezclado diferentes tipos de concentrado de espuma en el mismo depósito y, como consecuencia, la mezcla es demasiado viscosa para pasar a través del tubo eductor

Si se utilizan otros tipos de equipo para dosificar espuma, como sistemas montados en vehículos, el conductor/operario debe seguir las instrucciones de funcionamiento del fabricante del sistema de espuma o de la bomba contraincendios. Como el funcionamiento de estos sistemas varía mucho según el fabricante, no es posible facilitar instrucciones específicas de funcionamiento para cada uno de ellos en este manual.

Técnicas para aplicar espuma

En algunas ocasiones, puede que el conductor/operario deba utilizar una línea de mano o un chorro maestro para espuma en un incendio o en un derrame. Es fundamental utilizar las técnicas correctas para aplicar

espuma manualmente. Si se utilizan técnicas incorrectas, como sumergir la espuma en un combustible líquido, la eficacia de la espuma se ve reducida. Las técnicas para aplicar espuma sobre un incendio o un derrame de combustible líquido son los métodos *de rodaje*, *de caída* y *de lluvia*.

Método de rodaje

El método de rodaje descarga el chorro de espuma en el suelo cerca del extremo frontal del derrame de líquido en combustión (véase la figura 15.45). A continuación, la espuma se desliza sobre la superficie del combustible. El conductor/operario continua aplicando espuma hasta que ésta se extiende por toda la superficie del combustible y se extingue el fuego. Puede que haya que desplazar el chorro a diferentes posiciones a lo largo del extremo del derrame, de modo que se logre cubrir todo el derrame. Este método sólo se utiliza en derrames de combustible líquido (estén o no estén incendiados) al aire libre.

Método de caída

El método de caída puede utilizarse cuando hay un objeto elevado cerca del área de un charco en llamas, dentro de esa área o en un derrame de combustible líquido. Este objeto puede ser un muro, la pared de un depósito o una estructura similar. Se apunta el chorro de espuma hacia el objeto, de modo que la espuma caiga sobre la superficie del combustible (véase la figura 15.46). Al igual que con el método de rodaje, puede que haya que dirigir el chorro hacia diversos puntos alrededor de la zona donde se encuentra el combustible para conseguir la cobertura y la extinción totales del combustible. Este método se utiliza principalmente en incendios de diques y en incendios con derrames alrededor de vehículos de transporte dañados o volcados.

Método de lluvia

El método de lluvia se usa cuando no pueden utilizarse los otros dos métodos descritos, ya sea por el tamaño de la zona del derrame (incendiado o no) o porque no se dispone de un objeto elevado hacia el que dirigir la espuma. Asimismo, es la técnica de aplicación manual que más se utiliza para combatir incendios en depósitos de almacenaje a nivel del suelo. Este método consiste en dirigir el chorro al aire por encima del incendio o del derrame y dejar que la espuma caiga y flote suavemente sobre la superficie del combustible (véase la figura 15.47). Si el incendio es pequeño, el conductor/operario hará un barrido con el chorro de un lado a otro hasta cubrir toda la zona del combustible y extinguir el fuego. En incendios grandes, puede ser más eficaz que el conductor/operario dirija el chorro a lugar determinado para que se forme la espuma y vaya avanzando a partir de ese punto.

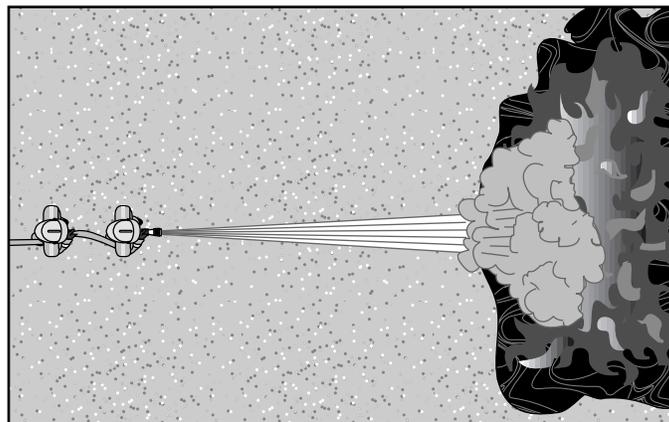


Figura 15.45 Aplicación de espuma mediante el método de rodaje.



Figura 15.46 Aplicación de espuma mediante el método de caída.



Figura 15.47 Aplicación de espuma mediante el método de lluvia.

Pruebas realizadas al vehículo

Requisitos de rendimiento laboral

Este capítulo proporciona información para que el lector pueda cumplir los siguientes requisitos de rendimiento laboral de la NFPA 1002, *Standard on Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) edición de 1998. Las partes de los requisitos de rendimiento laboral tratados en este capítulo están marcadas en negrita.

Dados formularios de mantenimiento e inspección, informar sobre las pruebas, inspecciones y funciones de mantenimiento rutinarias, de modo que se comprueben todos los elementos para que el vehículo funcione correctamente y se comuniquen todas las anomalías.

- (a) *Conocimientos requeridos*: requisitos del cuerpo para informar sobre el mantenimiento realizado, **comprender la importancia de mantener un registro preciso.**
- (b) *Habilidades requeridas*: **utilizar las herramientas y el equipo y cumplimentar todos los formularios del cuerpo relacionados con dicho equipo.**

Dado un autobomba del cuerpo de bomberos y las especificaciones del fabricante, efectuar pruebas, inspecciones y funciones de mantenimiento rutinarias en los sistemas y componentes especificados en la siguiente lista, además de aquéllos especificados en la lista del apartado 2-2.1, de modo que se verifique el funcionamiento del autobomba.

- **Niveles de la cisterna de agua y de otros agentes extintores (si se dispone de ellos)**
- **Sistemas de bombas**
- **Sistemas de extinción por espuma**
- (a) *Conocimientos requeridos*: requisitos y especificaciones del fabricante, políticas y procedimientos de la autoridad local.
- (b) *Habilidades requeridas*: **utilizar herramientas manuales, reconocer problemas en el sistema, y corregir cualquier anomalía encontrada de acuerdo con las políticas y los procedimientos.**

6-1.1 Dado un vehículo contra incendios forestales y las especificaciones del fabricante, efectuar pruebas, inspecciones y funciones de mantenimiento rutinarias en los sistemas y componentes especificados en la siguiente lista, además de aquéllos especificados en la lista del apartado 2-2.1, de modo que se verifique el funcionamiento del vehículo.

- **Niveles de la cisterna de agua y de otros agentes extintores (si se dispone de ellos)**
- **Sistemas de bombas**
- **Sistemas de extinción por espuma**
- (a) *Conocimientos requeridos*: requisitos y especificaciones del fabricante, políticas y procedimientos de la autoridad local.
- (b) *Habilidades requeridas*: **utilizar herramientas manuales, reconocer problemas en el sistema, y corregir cualquier anomalía encontrada de acuerdo con las políticas y los procedimientos.**

8-1.1 Dado un vehículo de abastecimiento de agua del cuerpo de bomberos, efectuar pruebas, inspecciones y funciones de mantenimiento rutinarias en los sistemas y componentes especificados en la siguiente lista, además de aquéllos especificados en la lista del apartado 2-2.1, de modo que se verifique el funcionamiento del vehículo de abastecimiento de agua.

- **Niveles de la cisterna de agua y de otros agentes extintores (si se dispone de ellos)**
- **Sistema de bombas (si se dispone de él)**
- **Sistema de vaciado rápido (si se dispone de él)**
- **Sistema de extinción por espuma (si se dispone de él)**
- (a) *Conocimientos requeridos*: requisitos y especificaciones del fabricante, políticas y procedimientos de la autoridad local.
- (b) *Habilidades requeridas*: **utilizar herramientas manuales, reconocer problemas en el sistema, y corregir cualquier anomalía encontrada de acuerdo con las políticas y los procedimientos.**

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1002 *Standard for Fire Apparatus Driver/Operator Professional Qualifications* (Norma sobre cualificaciones profesionales de conductor/operario de vehículo contraincendios) Copyright© 1998, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269, EE.UU. En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.



Figura 16.1 La prueba de carretera del fabricante debe cubrir una gran variedad de situaciones que pueden aparecer durante los trayectos.

El vehículo contraincendios se somete a diversas pruebas inmediatamente después de su construcción, antes de que el comprador lo adquiera, para garantizar que su rendimiento se corresponde con los propósitos para los que fue diseñado. Cuando entra en servicio, se somete a pruebas al menos una vez al año para garantizar que seguirá respondiendo bien en situaciones de emergencia. El mejor método para asegurar que el vehículo tendrá el rendimiento esperado consiste en un sistema organizado de pruebas para el vehículo combinadas con un mantenimiento frecuente. Además, las compañías de seguros obligan a que el vehículo se someta a diversas pruebas para que la comunidad se sienta segura de sus vehículos. Todo ello, a su vez, afecta a los índices de seguridad de la jurisdicción.

Las pruebas efectuadas a los vehículos pueden agruparse en dos categorías básicas: las pruebas realizadas antes de la entrada en servicio y las pruebas de servicio. Las *pruebas realizadas antes de la entrada en servicio* se efectúan antes de que el vehículo haya intervenido en alguna actuación contraincendios. Normalmente, el conductor/operario no interviene en este tipo de pruebas. Sin embargo, debe poseer unos conocimientos básicos acerca de estas pruebas para valorar y entender las pruebas de servicio. Las pruebas realizadas antes de la entrada en servicio son las pruebas del fabricante, las pruebas de certificación de la bomba y las pruebas de aceptación. Las *pruebas de servicio* se llevan a cabo al menos una vez al año mientras el vehículo permanezca en servicio. A menudo, el conductor/operario deberá efectuar estas pruebas o, al menos, colaborar con los mecánicos que las realizan. Este capítulo se centra en ambos tipos de pruebas. Los factores más relevantes que afectan a estas pruebas son la corrección de la presión neta de descarga de la bomba para las pruebas, la secuencia de las pruebas, el equipamiento necesario, las precauciones de seguridad y las posibles causas de los problemas surgidos durante la realización de las pruebas.

Los sistemas de espuma montados en el vehículo también deben revisarse con frecuencia. La NFPA 1002 establece que el conductor/operario debe ser capaz de llevar a cabo las pruebas de funcionamiento a los sistemas de espuma. La mayoría de estas pruebas consisten en comprobar que el sistema de espuma dosifica la cantidad adecuada de concentrado de espuma que hay que introducir en el chorro contraincendios. En la última parte de este capítulo se explican los diversos métodos de realización de estas pruebas.

Pruebas realizadas antes de la entrada en servicio

Los vehículos equipados con una bomba de ataque o contraincendios se someten a pruebas exhaustivas antes de entrar en servicio. Mediante esas pruebas, el fabricante se asegura de que la bomba y sus componentes funcionarán correctamente en condiciones normales de utilización. Estas pruebas pueden agruparse en tres categorías: pruebas del fabricante, pruebas de certificación y pruebas de aceptación. Para garantizar que realmente se realizan, estas pruebas deben estar incluidas en las especificaciones de licitación del vehículo.

La NFPA 1901 *Standard for Automotive Fire Apparatus* (Norma para los vehículos motorizados contraincendios) y la NFPA 1906 *Standard for Wildland Fire Apparatus* (Norma sobre los vehículos contra incendios forestales) son la base de la mayoría de las especificaciones de licitación de los vehículos. Cuando se redactan dichas especificaciones, es preciso incluir una cláusula por la que se obligue a cumplir con los capítulos pertinentes de la NFPA 1901 y de la NFPA 1906 aplicables a un vehículo concreto. La cláusula debe especificar que, en caso de incumplimiento de dichos requisitos, no se aceptará el vehículo.

Por norma general, el personal de los cuerpos de bomberos no participa en la realización de las pruebas del fabricante ni en las de certificación, ya que los responsables de efectuarlas son o bien el fabricante o bien el personal de Underwriter's Laboratories, Inc. No obstante, el personal del cuerpo de bomberos sí que puede participar en las pruebas de aceptación. Este tipo de pruebas suele realizarse después de entregar el vehículo al comprador pero antes de que éste confirme que lo acepta. Los siguientes apartados se centran en los aspectos principales de las pruebas realizadas antes de la entrada en servicio.

Pruebas del fabricante

Si en las especificaciones de licitación del vehículo se incluyen los requisitos de la NFPA 1901, el fabricante está obligado a realizar dos pruebas específicas además de las pruebas de certificación de la bomba que aparecen en el siguiente apartado. Esas dos pruebas son las pruebas en carretera y la prueba hidrostática.

Pruebas en carretera

La NFPA establece que el vehículo contra incendios debe someterse a las siguientes pruebas mínimas antes de finalizar su fabricación. El vehículo tiene que transportar la carga completa como si ya estuviera en servicio, por lo que es preciso asegurarse de que los depósitos de agua y/o espuma están llenos y de que se ha tenido en cuenta el peso de las mangueras y del equipo que se transportarán en el vehículo. Las pruebas en carretera deben efectuarse en un lugar determinado, de modo que no se violen ni la normativa de tráfico aplicable ni los códigos para los vehículos a motor (véase la figura 16.1). La superficie de la prueba tiene que ser plana y seca, y además debe estar pavimentada y en buen estado. Como mínimo, el vehículo debe cumplir con los siguientes criterios:

- El vehículo tiene que pasar de 0 a 56 km/h (35 millas/hora) en 25 segundos. Esta prueba consiste en dos recorridos en sentidos opuestos sobre la misma superficie.
- El vehículo tiene que alcanzar, como mínimo, una velocidad punta de 80 km/h (50 millas/hora). La velocidad punta de los vehículos contra incendios forestales pueden ser menor, ya que no están diseñados para circular por vías públicas.
- Si el vehículo circula a 32 km/h (20 millas/hora) debe detenerse en una distancia de 10,7 m (35 pies).
- El freno de mano del vehículo debe cumplir con las especificaciones del fabricante del freno de mano.

Dentro de esos límites, las pruebas en carretera se centran en las necesidades específicas de cada cuerpo, que aparecen en las especificaciones de licitación del vehículo. Por ejemplo, es probable que los cuerpos que protegen jurisdicciones en las que hay muchas pendientes necesiten establecer requisitos especiales como la aceleración y deceleración del vehículo y la capacidad de frenado en superficies no pavimentadas. Debido a estas situaciones especiales, muchas jurisdicciones prefieren redactar por sí mismas las especificaciones según el rendimiento que deba tener el vehículo, en lugar de redactarlas teniendo en cuenta la fabricación o el equipo. Si las especificaciones se basan en el rendimiento deseado, el comprador tendrá más derecho a reclamar en caso de que el vehículo no cumpla con las expectativas.

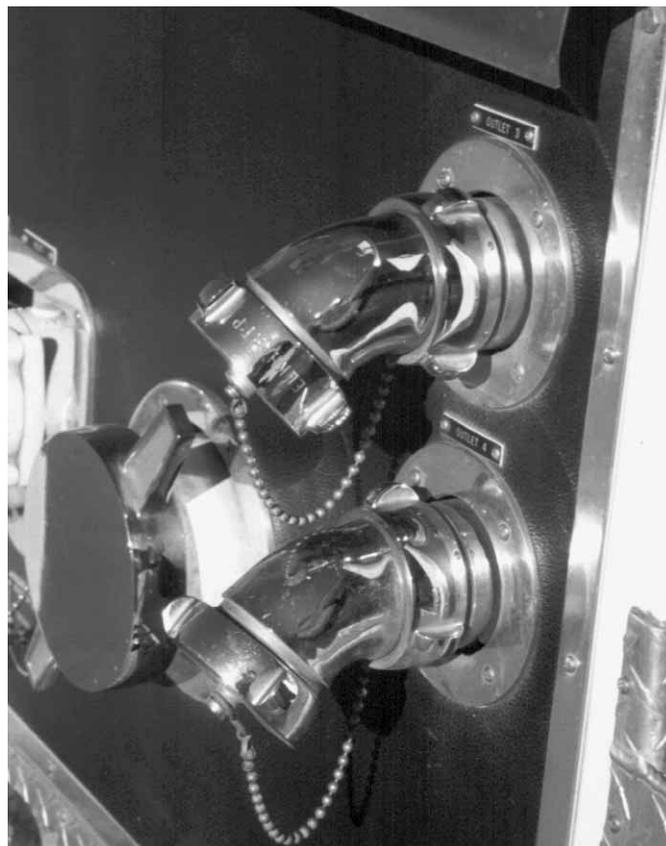


Figura 16.2 Deben abrirse todas las válvulas de descarga y cerrarse todas las tomas. Las tapas deben estar puestas en todas las conexiones.

Prueba hidrostática

La *prueba hidrostática* determina si la bomba y las tuberías de la bomba pueden soportar las presiones que se desarrollan durante las actuaciones contra incendios. En estas pruebas, las bombas se someten a presiones de 1.725 kPa (250 lb/pulg²) durante tres minutos. La línea de llenado del depósito, la línea que conecta el depósito con la bomba y las válvulas de derivación deben permanecer cerradas durante esta prueba. Las válvulas de descarga deben estar abiertas y tapadas. Asimismo, las válvulas de toma deben permanecer cerradas y/o tapadas (véase la figura 16.2). La presión de la prueba debe mantenerse en el sistema durante un mínimo de tres minutos sin que falle ninguno de los componentes del mismo.

Pruebas de certificación de la bomba

Las *pruebas de certificación de la bomba* se realizan para comprobar que el sistema de la bomba contra incendios funciona correctamente después de que se hayan instalado la bomba y sus componentes en el bastidor del vehículo. Esas pruebas las debe efectuar una organización independiente, como Underwriter's Laboratories, Inc. Las pruebas se realizan o bien en las instalaciones del fabricante o bien en el parque de bomberos después de la entrega del vehículo. Dichas pruebas aseguran tanto al cuerpo de bomberos como a

las compañías de seguros que el rendimiento del vehículo después de entrar en servicio será el esperado. Los resultados de las pruebas tienen que adjuntarse en un lugar cercano al panel de la bomba del vehículo. Las especificaciones de licitación del vehículo deben obligar a realizar las pruebas de certificación, ya sea citando la NFPA 1901 o mediante un texto específico como el siguiente:

“El fabricante debe someter al autobomba acabado a una certificación de rendimiento de la bomba que contemple las pruebas de flujo del depósito a la bomba realizada por Underwriter’s Laboratories, Inc. Un requisito para la aceptación es que Underwriter’s Laboratories, Inc. entregue al comprador el “Certificado de inspección del autobomba del cuerpo de bomberos”.

La NFPA 1901 establece los vehículos que están equipados con una bomba contra incendios de 3.000 L/min (750 gpm) o mayor deben someterse a las siguientes pruebas de certificación de la bomba:

- Prueba de bombeo
- Prueba de sobrecarga del motor de bombeo
- Prueba del sistema de control de presión
- Prueba del dispositivo cebador
- Prueba de vacío
- Prueba del flujo de agua que va desde el depósito a la bomba

Los vehículos equipados con una bomba cuya capacidad establecida sea menor de 3.000 L/min (750 gpm) deben pasar por las mismas pruebas de certificación, excepto por la prueba de sobrecarga del motor de bombeo, que debe omitirse en los autobombas de menor tamaño.

Las pruebas de certificación de la bomba se efectúan de modo parecido a las pruebas de servicio descritas más adelante en este capítulo. Las principales diferencias son la duración de las pruebas y los criterios de superación de las mismas. Por ejemplo, la prueba de certificación de bombeo debe realizarse durante 3 horas, mientras que la prueba de servicio de bombeo sólo dura 40 minutos. Si desea más información sobre las pruebas de certificación de la bomba, consulte la NFPA 1901.

Prueba de aceptación

Las *pruebas de aceptación* se realizan para asegurar al comprador que el vehículo cumple con las especificaciones de licitación. Estas pruebas suelen realizarse después de entregar el vehículo al comprador. Durante las pruebas, suele estar presente un representante del fabricante. De ese modo, se garantiza que el vehículo entrará en servicio en la jurisdicción

especificada. El tipo y los criterios de las pruebas pueden variar dependiendo de las preferencias y la situación de la jurisdicción local. Las pruebas de aceptación deben incluir otra prueba para la bomba, incluso si ya se ha realizado una prueba de certificación en fábrica. Se han dado muchos casos de bombas que, aunque habían pasado las pruebas de certificación en fábrica, no lograron el rendimiento deseado tras la entrega. La prueba de la bomba no tiene por qué ser igual que la prueba de certificación, sino que tiene que seguir el procedimiento de las pruebas de servicio indicado más adelante en este capítulo. Eso tiene que ser suficiente para demostrar que la prueba de certificación era correcta.

Si el vehículo no logra el rendimiento especificado en los requisitos que aparecen en las especificaciones de licitación, debe rechazarse. A veces, el fabricante o el vendedor pueden intentar ofrecer al comprador “prestaciones” adicionales, como ruedas de cromo o inscripciones con letras doradas para compensar los fallos del vehículo que no puede cumplir con todas las especificaciones de rendimiento. No suele ser acertado aceptar este tipo de acuerdos. El factor más importante a la hora de realizar la compra es adquirir un vehículo que pueda responder correctamente durante una emergencia.

Uno de los elementos más relevantes de las pruebas de aceptación se nos presenta cuando la jurisdicción que adquiere el vehículo está situada a una altitud de más de 610 m (2.000 pies) por encima del nivel del mar. En tales casos, la prueba de sobrecarga del motor de bombeo debe realizarse durante las pruebas de aceptación. De ese modo, se comprueba que el motor desarrolla la potencia necesaria para funcionar en la jurisdicción en la que debe actuar.

Pruebas de servicio del autobomba

Los requisitos para las pruebas de servicio del cuerpo de bomberos aparecen en la NFPA 1911, *Standard for Service Tests of Fire Pump Systems on Fire Apparatus* (Norma para las pruebas de servicio de los sistemas de bombas contra incendios de los vehículos contra incendios). Según esta norma, hay que someter al autobomba a una prueba de servicio como mínimo una vez al año o cuando haya realizado una actuación de bombeo prolongada o se haya reparado el tren transmisor de potencia. Estas pruebas de servicio son necesarias para garantizar que el autobomba responde como debe y para comprobar las anomalías que, de lo contrario, pasarían desapercibidas hasta que fuera demasiado tarde. En los siguientes apartados, se tratan

los factores relativos al lugar donde se realizan las pruebas, así como la información que el conductor/operario debe conocer para realizar las pruebas de servicio mínimas establecidas en la NFPA 1911. Dichas pruebas consisten en lo siguiente:

- Comprobación de la velocidad del motor
- Prueba de vacío
- Prueba de bombeo
- Prueba de control de la presión
- Prueba del caudalímetro y de los manómetros
- Prueba de flujo del depósito a la bomba

Factores relativos al lugar donde se realizan las pruebas de servicio

La NFPA 1911 establece que las pruebas de servicio de los autobombas pueden realizarse o con un hidrante contraincendios o con un cuerpo estático de agua como fuente de abastecimiento. La mayoría de jurisdicciones prefieren succionar desde una fuente estática durante el transcurso de las pruebas porque consideran que es una prueba que permite conocer las capacidades reales de la bomba (véase la figura 16.3). Si se utiliza una fuente estática de abastecimiento de agua, la profundidad de ésta debe ser de 1,2 m (4 pies) como mínimo. El filtro tiene que sumergirse al menos 0,6 m (2 pies) por debajo de la superficie del agua. La superficie del agua no puede estar a más de 3 m (10 pies) por debajo de la línea central de la toma de la bomba, y debe utilizarse una manguera de toma de 6 m (20 pies) para realizar la actuación de succión durante la prueba (véase la figura 16.4).

La temperatura del aire atmosférico durante la prueba debe oscilar entre los -18°C y los 38°C (0°F y 100°F). La temperatura del agua que se utiliza para las pruebas debe ser de entre 2°C y 32°C (35°F y 90°F). La presión barométrica debe ser como mínimo de 98,2 kPa (29 pulgadas de mercurio), corregida al nivel del mar, ya que una caída de presión de 25 mm (1 pulgada) reduce la altura de succión máxima del autobomba en unos 0,3 m (1 pie).

En la tabla 16.1 aparecen la cantidad y el tamaño mínimos de las mangueras rígidas de toma que se necesitan para realizar pruebas en bombas de diversas capacidades. Las cifras que aparecen en la tabla son adecuadas para las pruebas que se realizan a alturas de hasta 610 m (2.000 pies) sobre el nivel del mar. Por encima de esa altura, puede que sea necesario aumentar el diámetro de la manguera de toma o la cantidad de mangueras de toma utilizadas para bombear a la capacidad establecida. La altitud afecta al rendimiento de la bomba: la capacidad de elevación se reduce en unos 0,3 m (1 pie) por cada 300 m (1.000 pies) de altitud y la



Figura 16.3 Es mejor probar el autobomba utilizando una fuente estática de abastecimiento de agua.

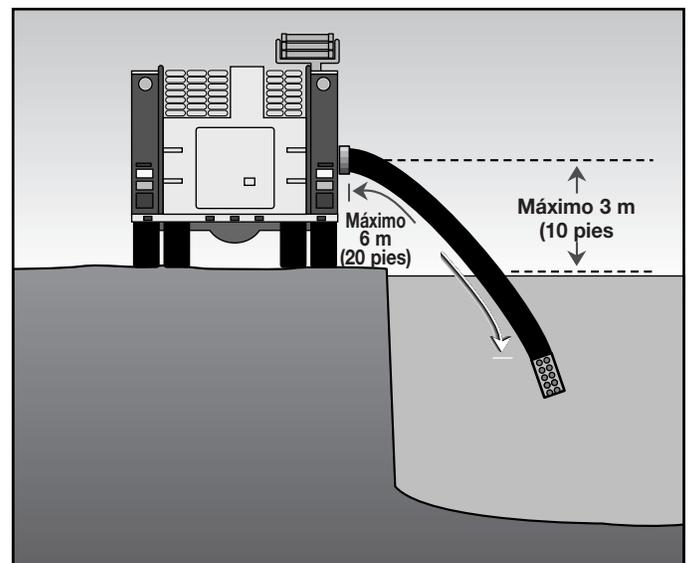


Figura 16.4 Las bombas se prueban a una elevación de 3 m (10 pies) sobre la fuente y con una manguera de toma de 6 m (20 pies).

eficacia de los motores de gasolina es de un 3,5% menos por cada 300 m (1.000 pies) de altitud.

Asimismo, también es necesario tender una cantidad suficiente de mangueras y boquillas de descarga para bombear a la capacidad establecida de la bomba contraincendios. En estos casos, la manguera debe ser como mínimo de 65 mm (2,5 pulgadas). Se pueden utilizar mangueras de mayor tamaño si están disponibles. Asegúrese de que todas las mangueras utilizadas se hayan sometido a pruebas que garanticen que pueden soportar las presiones de descarga que se desarrollan durante la prueba de la bomba. Del mismo modo que cuando realice la prueba de servicio a la manguera, haga una marca en el punto donde se conecta la manguera con el cople (véase la figura 16.5). En el transcurso de la prueba de la bomba, compruebe con



Figura 16.5 Haga una marca en la manguera antes de probarla.

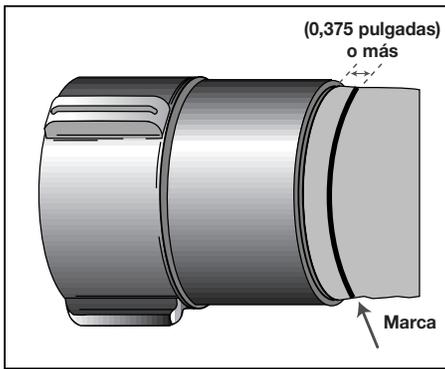


Figura 16.6 Si la marca se aleja más de 9 mm (0,375 pulgadas) del cople, detenga la prueba y retire la manguera del servicio para repararla.

regularidad los coples para asegurarse de que la manguera no se destense del cople. Si la marca se desplaza más de 9 mm (0,375 pulgadas) del cople, detenga la prueba y sustituya la manguera

(véase la figura 16.6). Las tablas 16.2 a y b muestran las características mínimas que deben tener la manguera y las boquillas para descargar el flujo de agua suficiente según los diversos tamaños de las bombas que se someten a las pruebas.

Corrección de la presión neta de descarga de la bomba para las pruebas

Las pruebas de servicio de la bomba deben realizarse a presiones netas de descarga de 1.000, 1.150 (sobrecarga), 1.350 y 1.700 kPa (150, 165, 200 y 250 lb/pulg²). La presión neta de descarga de la bomba es el trabajo total realizado por la bomba para introducir agua en la bomba, hacer que circule por ella y descargarla. Cuando se succiona, la presión neta de descarga de la bomba es superior a la presión que indica el manómetro de descarga. Por lo tanto, cuando se realizan las pruebas, hay que tener en cuenta la altura de elevación y los márgenes de pérdida de presión por fricción en la manguera rígida de toma. En la tabla 16.3 se proporcionan los márgenes para los diversos tamaños de mangueras rígidas de toma que se pueden utilizar para las pruebas de la bomba.

Tabla 16.1
Cantidad y tamaño necesarios de mangueras de toma

Capacidad especificada		Tamaño de la manguera de succión		Número de líneas de succión	Elevación máxima	
(L/min)	(gpm)	(mm)	(pulgadas)		(m)	(pies)
950	250	76	3	1	3	10
1.136	300	76	3	1	3	10
1.325	350	100	4	1	3	10
1.700	450	100	4	1	3	10
1.900	500	100	4	1	3	10
2.270	600	100	4	1	3	10
2.650	700	100	4	1	3	10
2.850	750	113	4,5	1	3	10
3.785	1.000	125	5	1	3	10
4.732	1.250	150	6	1	3	10
5.678	1.500	150	6	2	3	10
6.624	1.750	150	6	2	2,4	8
7.570	2.000	150	6	2	1,8	6
8.516	2.250	150	8	3	1,8	6
9.463	2.500	150	8	3	1,8	6
10.140	2.750	150	8	4	1,8	6
11.356	3.000	150	8	4	1,8	6

Reimpreso con la autorización de la NFPA 1911 Service Tests of Pumps on Fire Department Apparatus (Norma para las pruebas de servicio de los sistemas de bombas contra incendios de los vehículos contra incendios), Copyright © 1997, National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contra incendios de EE.UU.), Quincy, Massachusetts 02269 (EE.UU.) En esta reimpresión no se recoge la posición oficial completa de la National Fire Protection Association sobre el tema. Dicha posición sólo está representada por la normativa en su totalidad.

Los márgenes de pérdida de presión por fricción se utilizan para determinar la presión de descarga correcta de la bomba durante cada prueba. Para realizar esos cálculos, se aplican las siguientes fórmulas:

Ecuación Z (sistema anglosajón)

Corrección de la presión =

$$\frac{\text{elevación (pies)} + \text{pérdida de presión por fricción en la manguera de toma}}{2,3}$$

Ecuación AA (sistema métrico)

Corrección de la presión =

$$\frac{\text{elevación (m)} + \text{pérdida de presión por fricción en la manguera de toma}}{0,1}$$

Tabla 16.2a
Tendidos de manguera y boquilla para pruebas de la bomba (sistema anglosajón)

Capacidad de bombeo en gpm	Tendido de manguera y boquilla (todas las mangueras poseen un diámetro de 2,5 pulgadas)
250-350	Una línea de 50 pies con una boquilla de 1,125 ó 1,25 pulgadas
400-500	Una línea de 50 pies con una boquilla de 1,375 ó 1,5 pulgadas
600-750	Dos líneas de 100 pies con una boquilla de 1,5 ó 1,75 pulgadas
1.000	Dos o tres líneas de 100 pies con una boquilla de 2 pulgadas
1.250	Dos líneas de 100 pies con una boquilla de 1,75 pulgadas y una línea de 50 pies con una boquilla de 1,5 pulgadas
1.500	Tres líneas de 100 pies con una boquilla de 2 pulgadas y una línea de 50 pies con una boquilla de 1,5 pulgadas
1.750	Dos conjuntos de líneas gemelas de 100 pies, cada uno de los cuales abastece a una boquilla de 2 pulgadas
2.000	Dos conjuntos de líneas gemelas de 100 pies, cada uno de los cuales abastece a una boquilla de 2 pulgadas
2.250	Dos conjuntos de tres líneas de 100 pies, cada uno de los cuales abastece a una boquilla de 2,25 pulgadas
2.500	Dos conjuntos de tres líneas de 100 pies, cada uno de los cuales abastece a una boquilla de 2,25 pulgadas

Ejemplo 1

Si se realizan pruebas a un autobomba de 1.000 gpm, la elevación es de 9 pies y se utiliza una manguera de toma de 20 pies y 5 pulgadas, calcule la corrección de la presión necesaria para esta prueba.

A partir de la tabla 16.3, podemos constatar que el margen de pérdida de presión por fricción para una manguera de 20 pies y 5 pulgadas es de 8,4 pies, por lo tanto:

$$\text{Corrección de la presión} = \frac{9 + 8,4}{2,3} = \frac{17,4}{2,3} = 7,56 \sim \text{lb/pulg}^2$$

Tabla 16.2b
Tendidos de manguera y boquilla para pruebas de la bomba (sistema métrico)

Capacidad de bombeo en L/min	Tendido de manguera y boquilla (todas las mangueras poseen un diámetro de 65 mm)
1.000-1.400	Una línea de 15 m con una boquilla de 29 ó 32 mm
1.600-2.000	Una línea de 15 m con una boquilla de 35 ó 38 mm
2.400-3.000	Dos líneas de 30 m con una boquilla de 38 ó 45 mm
4.000	Dos o tres líneas de 30 m con una boquilla de 50 mm
5.000	Dos líneas de 30 m con una boquilla de 45 mm y una línea de 15 m con una boquilla de 38 mm
6.000	Tres líneas de 30 m con una boquilla de 50 mm y otra línea de 15 m con una boquilla de 38 mm
7.000	Dos conjuntos de líneas gemelas de 30 m, cada uno de los cuales abastece a una boquilla de 50 mm
8.000	Dos conjuntos de líneas gemelas de 30 m, cada uno de los cuales abastece a una boquilla de 50 mm
9.000	Dos conjuntos de tres líneas de 30 m, cada uno de los cuales abastece a una boquilla de 57 mm
10.000	Dos conjuntos de tres líneas de 30 m, cada uno de los cuales abastece a una boquilla de 57 mm

Ejemplo 2

Si se realizan pruebas a un autobomba de 4.000 L/min, la elevación es de 2,7 m y se utiliza una manguera de toma de 6 m y 125 mm, calcule la corrección de la presión necesaria para esta prueba.

A partir de la tabla 16.3, podemos constatar que el margen de pérdida de presión por fricción para una manguera de 6 metros y 125 mm es de 2,6 m, por lo tanto:

$$\text{Corrección de la presión} = \frac{2,7 + 2,6}{0,1} = \frac{5,3}{0,1} = 53 \text{ kPa}$$

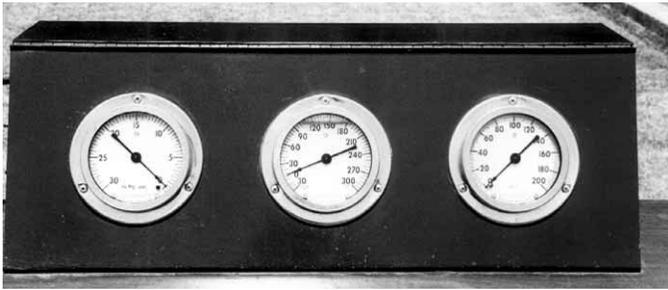


Figura 16.7 En la prueba de la bomba se utilizan manómetros de prueba externos.



Figura 16.8 Para medir la presión de velocidad de un chorro de agua, se utilizan un tubo de Pitot y un manómetro. La cifra obtenida puede utilizarse para calcular el volumen de flujo.



Figura 16.9a Este soporte para boquillas de prueba permanece en su lugar gracias a que se aparca un vehículo sobre las dos tablas situadas en la base del soporte.

Esta presión de corrección (53 kPa [8 lb/pulg²]) se resta a la presión neta de descarga de la bomba para determinar la presión de descarga real. Por ejemplo, 1.000 kPa – 53 kPa = 947 kPa (150 lb/pulg² – 8 = 142 lb/pulg²).

Equipo necesario para las pruebas de servicio

El equipo para realizar las pruebas de servicio tiene que estar en buen estado y debe revisarse con frecuencia. Los manómetros pueden revisarse con mayor precisión utilizando un medidor de peso muerto, que debe estar disponible en las instalaciones del servicio de aguas. Para



Figura 16.9b Algunos soportes para boquillas de prueba son fijos.

realizar una prueba de servicio, se necesita el siguiente equipo:

- Un manómetro para comprobar la presión de toma de la bomba. El manómetro debe marcar entre 0 y 100 kPa (entre 0 y 30 pulgadas de mercurio) en el caso de los manómetros de vacío, o, en el caso de los manómetros compuestos, debe marcar entre 100 kPa (30 pulgadas de mercurio) y 1.050 kPa (150 lb/pulg²) (véase la figura 16.7).
- Un manómetro para comprobar la presión de descarga de la bomba. Este manómetro debe ser capaz de marcar, al menos, de 0 a 2.800 kPa (de 0 a 400 lb/pulg²).
- Un tubo de Pitot con borde afilado y cámara de aire. Debe marcar, al menos, de 0 kPa a 1.110 kPa (de 0 a 160 lb/pulg²) (véase la figura 16.8) (**NOTA:** no es necesario si se utiliza un caudalímetro).
- Boquillas de chorro recto de tamaño adecuado para los volúmenes bombeados en las diversas pruebas. (**NOTA:** si se utiliza un caudalímetro, se pueden utilizar boquillas nebulizadoras con la condición de que estén configuradas para los flujos necesarios.)
- Una cuerda, una cadena o un soporte para pruebas para poder fijar las boquillas (véanse las figuras 16.9 a y b).
- Cuentarrevoluciones o tacómetro de mano.
- Formularios de las compañías de seguros o de los cuerpos de bomberos.

Se recomienda utilizar, aunque no es necesario, los siguientes elementos:

- Dos tramos de 2 m (6 pies) de una manguera de 7 mm (0,25 pulgadas) que soporte 2.100 kPa (300 lb/pulg²) y que esté equipada con accesorios de rosca. (**NOTA:** se utilizan para conectar los manómetros de prueba con los accesorios del manómetro en el panel de funcionamiento de la bomba.)
- Abrazadera para unir el tubo de Pitot a la boquilla de prueba.

Tabla 16.3
Pérdida de presión por fricción en 6 m (20 pies) de manguera de toma, filtro incluido

Flujo L/min gpm		Tamaño de la manguera de toma (diámetro interno)									
		77 mm (3 pulg)		90 mm (3,5 pulg)		100 mm (4 pulg)		115 mm (4,5 pulg)		125 mm (5 pulg)	
		agua en m*	agua * en p	agua en m*	agua en p*	agua en m*	agua en p*	agua en m*	agua en p*	agua en m*	agua en p*
1.000	250	1,6 (0,4)	5,2 (1,2)								
700	175	0,8 (0,2)	2,6 (0,6)								
500	125	0,4 (0,1)	1,4 (0,3)								
1.200	300	2,3 (0,5)	7,5 (1,7)	1,1 (0,3)	3,5 (0,8)						
840	210	1,2 (0,3)	3,8 (0,8)	0,6 (0,2)	1,8 (0,4)						
600	150	0,6 (0,2)	1,9 (0,4)	0,3 (0,1)	0,9 (0,2)						
1.400	350			1,5 (0,3)	4,8 (1,1)	0,8 (0,2)	2,5 (0,7)				
980	245			0,8 (0,2)	2,4 (0,5)	0,4 (0,1)	1,2 (0,3)				
700	175			0,4 (0,2)	1,2 (0,3)	0,2 (0,05)	0,7 (0,1)				
1.800	450					1,2 (0,3)	4,1 (1,0)	0,8 (0,1)	2,7 (0,4)		
1.260	315					0,6 (0,2)	2,0 (0,5)	0,4 (0,1)	1,2 (0,2)		
900	225					0,3 (0,1)	1,0 (0,2)	0,2 (0,05)	0,6 (0,1)		
2.000	500					1,5 (0,4)	5,0 (1,3)	1,1 (0,3)	3,6 (0,8)		
1.400	350					0,8 (0,2)	2,5 (0,7)	0,6 (0,2)	1,8 (0,4)		
1.000	250					0,4 (0,1)	1,3 (0,4)	0,3 (0,1)	0,9 (0,3)		
2.400	600					2,2 (0,5)	7,2 (1,8)	1,6 (0,3)	5,3 (1,0)	0,9 (0,2)	3,1 (0,6)
1.680	420					1,1 (0,3)	3,5 (1,0)	0,8 (0,2)	2,5 (0,5)	0,5 (0,1)	1,6 (0,3)
1.200	300					0,6 (0,2)	1,8 (0,4)	0,4 (0,1)	1,3 (0,2)	0,3 (0,05)	0,6 (0,1)
2.800	700					3,0 (0,8)	9,7 (2,7)	2,2 (0,4)	7,3 (1,3)	1,3 (0,3)	4,3 (0,8)
1.960	490					1,5 (0,4)	4,9 (1,1)	1,1 (0,3)	3,5 (0,7)	0,7 (0,2)	2,0 (0,4)
1.400	350					0,8 (0,2)	2,5 (0,7)	0,6 (0,1)	1,6 (0,3)	0,4 (0,1)	0,9 (0,2)

Tabla 16.3 (continuación)
Pérdida de presión por fricción en 6 m (20 pies) de manguera de toma, filtro incluido

Flujo L/min gpm		Tamaño de la manguera de toma (diámetro interno)											
		100mm (4 pulg)		115 mm (4,5 pulg)		125 mm (5 pulg)		150 mm (6 pulg)		Dos líneas de 115 mm (4,5 pulg)		Dos líneas de 125 mm (5 pulg)	
		agua en m*	agua * en p	agua en m*	agua en p*	agua en m*	agua en p*	agua en m*	agua en p*	agua en m*	agua en p*	agua en m*	agua en p*
3.000	750	3,5 (0,9)	11,4 (2,9)	2,4 (0,5)	8,0 (1,6)	1,4 (0,3)	4,7 (0,9)	0,6 (0,1)	1,9 (0,4)				
2.100	525	1,6 (0,5)	5,5 (1,5)	1,2 (0,2)	8,9 (0,8)	0,7 (0,2)	2,3 (0,5)	0,3 (0,05)	0,9 (0,2)				
1.500	375	0,8 (0,3)	2,8 (0,7)	0,6 (0,1)	2,0 (0,4)	0,4 (0,1)	1,2 (0,2)	0,2 (0,03)	0,5 (0,1)				
4.000	1.000			4,4 (0,9)	14,5 (2,8)	2,6 (0,5)	8,4 (1,6)	1,0 (0,2)	3,4 (0,6)				
2.800	700			2,0 (0,4)	7,0 (1,4)	1,2 (0,2)	4,1 (0,8)	0,5 (0,1)	1,7 (0,3)				
2.000	500			1,1 (0,2)	3,6 (0,8)	0,6 (0,1)	2,1 (0,4)	0,3 (0,05)	0,9 (0,2)				
5.000	1.250					4,0 (0,7)	13,0 (2,4)	1,6 (0,3)	5,2 (0,9)	1,7 (0,4)	5,5 (1,2)		
3.500	875					2,0 (0,4)		6,5 (1,2)	0,8 (0,2)	2,6 (0,5)	0,8 (0,2)	2,8 (0,7)	
2.500	625					1,0 (0,2)	3,3 (0,7)	0,4 (0,1)	1,3 (0,3)	0,4 (0,1)	1,4 (0,3)		
6.000	1.500							2,3 (0,4)	7,6 (1,4)	2,4 (0,5)	8,0 (1,6)	1,4 (0,3)	4,7 (0,9)
4.200	1.050							1,2 (0,2)	3,7 (0,7)	1,2 (0,3)	3,9 (0,8)	0,7 (0,2)	2,3 (0,5)
3.000	750							0,6 (0,1)	1,9 (0,4)	0,6 (0,1)	2,0 (0,4)	0,4 (0,1)	1,2 (0,2)
7.000	1.750							3,2 (0,6)	10,4 (1,8)	3,4 (0,7)	11,0 (2,2)	2,0 (0,4)	6,5 (1,2)
4.900	1.225							1,6 (0,3)	5,0 (0,9)	1,6 (0,3)	5,3 (1,1)	0,9 (0,2)	3,1 (0,7)
3.500	875							0,3 (0,2)	2,6 (0,5)	0,8 (0,2)	2,8 (0,6)	0,5 (0,1)	1,6 (0,3)
8.000	2.000									4,4 (0,9)	14,5 (2,8)	2,6 (0,5)	8,4 (1,6)
5.600	1.400									2,0 (0,4)	7,0 (1,4)	1,3 (0,3)	4,1 (0,8)
4.000	1.000									1,1 (0,2)	3,6 (0,8)	0,7 (0,2)	2,1 (0,4)
9.000	2.250											3,3 (0,7)	10,8 (2,2)
6.300	1.575											1,6 (0,4)	5,3 (1,1)
4.500	1.125											0,9 (0,2)	2,8 (0,5)
10.000	2.500											4,0 (0,7)	13,0 (2,4)
7.000	1.750											2,0 (0,4)	6,5 (1,2)
5.000	1.250											1,0 (0,2)	3,3 (0,7)

Tabla 16.3 (continuación)
Pérdida de presión por fricción en 6 m (20 pies) de manguera de toma, filtro incluido

Índice de flujo L/min	flujo gpm	Tamaño de la manguera de toma (diámetro interno)					
		Dos líneas de 150 mm (6 pulg)		Tres líneas de 150 mm (6 pulg)		200 mm (8 pulg)	
		agua en m*	agua * en p	agua en m*	agua en p*	agua en m*	agua en p*
6.000	1.500	0,6 (0,1)	1,9 (0,4)				
4.200	1.050	0,3 (0,05)	0,9 (0,3)				
3.000	750	0,2 (0,03)	0,5 (0,1)				
7.000	1.750	0,8 (0,2)	2,6 (0,5)				
4.900	1.225	0,4 (0,1)	1,2 (0,3)				
3.500	875	0,2 (0,05)	0,7 (0,2)				
8.000	2.000	1,0 (0,2)	3,4 (0,6)				
5.600	1.400	0,5 (0,1)	1,7 (0,3)				
4.000	1.000	0,3 (0,05)	0,9 (0,2)				
9.000	2.250	1,3 (0,2)	4,3 (0,8)				
6.300	1.575	0,6 (0,1)	2,2 (0,4)				
4.500	1.125	0,3 (0,05)	1,1 (0,2)				
10.000	2.500	1,6 (0,3)	5,2 (0,9)				
7.000	1.750	0,8 (0,2)	2,6 (0,5)				
5.000	1.250	0,4 (0,1)	1,3 (0,3)				
12.000	3.000	2,3 (0,4)	7,6 (1,4)	1,0 (0,2)	3,4 (0,6)	2,6 (0,5)	8,5 (1,6)
8.400	2.100	1,1 (0,2)	3,7 (0,7)	0,5 (0,1)	1,7 (0,3)	1,2 (0,4)	4,0 (0,8)
6.000	1.500	0,6 (0,1)	1,9 (0,4)	0,3 (0,05)	0,9 (0,2)	0,6 (0,2)	1,9 (0,4)

*Las cifras en paréntesis después de que los metros (pies) indican el incremento que debe sumarse o restarse por cada 3 m (10 pies) de manguera más corta o más larga de 6 m (20 pies).

Adoptado de la NFPA 1911, tabla 2-3.1.1 (b).

- Soporte para los manómetros.
- Termómetro.
- Cronómetro o reloj con segundero.

Caudalímetros

Para determinar el flujo de las boquillas se puede emplear un *caudalímetro*, que registra el flujo directamente en galones por minuto (L/min) en lugar de un tubo de Pitot. Los caudalímetros proporcionan mayor flexibilidad y ayudan a completar las pruebas con más rapidez. Si se utiliza un caudalímetro, pueden realizarse todas las pruebas de la bomba sin tener que cerrarla, sin cambiar las boquillas y sin tener que convertir las lecturas de presión del tubo de Pitot a gpm (L/min). Es necesario calibrarlos de acuerdo con las especificaciones del fabricante.



Figura 16.10a Mientras se realizan pruebas a la manguera, no permanezca de pie sobre ella ni con un pie a cada lado de la manguera.



Figura 16.10b Observe la manguera desde una distancia segura.

Precauciones de seguridad durante las pruebas de servicio

Es preciso ceñirse a las siguientes precauciones de seguridad al realizar pruebas de servicio a la bomba contraincendios:

- Todo el personal debe llevar equipos de protección para la cabeza y de protección auditiva (si está expuesto a niveles de ruido superiores a 90 dB).

- Evite los golpes de ariete: abra y cierre todas las válvulas y boquillas lentamente.
- No pise la manguera ni se sitúe sobre ella poniendo un pie a cada lado de la misma (véanse las figuras 16.10 a y b).
- Utilice el acelerador del motor lentamente. Evite los cambios repentinos de presión, ya que pueden dañar el equipo y herir al personal.

- Afiance las boquillas y los dispositivos.
- Cubra todas las alcantarillas abiertas de la zona donde se realiza la prueba.
- Controle la ubicación de todo el personal en la zona donde se realiza la prueba en relación con las líneas de mangueras.

Comprobación de la velocidad del motor

La primera prueba que se debe efectuar es la comprobación de la velocidad del motor. Esta comprobación debe realizarse sin cargar el vehículo para asegurarse de que el motor sigue funcionando a la misma velocidad que cuando el vehículo era nuevo. Si la no se alcanza dicha velocidad, no deben realizarse más pruebas hasta que un mecánico especializado haya reparado el motor. La velocidad del motor se puede comprobar bien con un tacómetro ubicado en el motor y/o con un tacómetro de mano bien calibrado, bien con un contador de revoluciones.

Prueba de vacío

La *prueba de vacío* se efectúa para asegurarse de que no existen escapes de aire ni en el dispositivo cebador, ni en la bomba ni en la manguera rígida de toma. La mayoría de organizaciones contraincendios prefieren realizar esta prueba en primer lugar porque, de lo contrario, sería difícil realizar las otras pruebas si el vehículo no es capaz de crear el vacío adecuado.

- Paso 1. Asegúrese de que se ha drenado toda el agua de la bomba.
- Paso 2. Inspeccione todas las juntas de las mangueras de toma y de las tapas (véase la figura 16.11).
- Paso 3. Asegúrese de que no hay objetos extraños en la manguera de toma. Límpiela si es necesario.
- Paso 4. Conecte 6 m (20 pies) de la manguera de toma adecuada a la conexión de toma de la bomba (consulte los informes de pruebas anteriores para saber cuál es el diámetro adecuado de la manguera).
- Paso 5. Tape el extremo destapado de la manguera de toma (véase la figura 16.12).
- Paso 6. Asegúrese de que todas las válvulas de toma estén abiertas y de que las tapas de las conexiones de toma estén bien ajustadas. Asimismo, cierre todas las válvulas de descarga y quíteles todas las tapas.
- Paso 7. Conecte un vacuómetro adecuado (o un manómetro de mercurio) a la conexión roscada del manómetro de pruebas que se encuentra en la toma de la bomba (véase la figura 16.13). **PRECAUCIÓN:** si no se conecta el manómetro a la toma, sufrirá daños irreparables.



Figura 16.11 Antes de conectar la manguera de toma, inspeccione el estado de las juntas.



Figura 16.12 Coloque una tapa en el extremo de la manguera de toma que queda suelto.

- Paso 8. Verifique el nivel de aceite del depósito del cebador de la bomba (rellene el depósito si es necesario).
- Paso 9. Haga que se pueda acceder con facilidad a todos los prensaestopas para poder comprobar su estado (levante las trampillas del suelo o abra las puertas de los compartimentos).
- Paso 10. Ponga en marcha el dispositivo cebador hasta que en el manómetro de prueba se marque 560 mm (22 pulgadas) de mercurio. (**NOTA:** reduzca el nivel del mercurio en 25 mm [1 pulgada] por

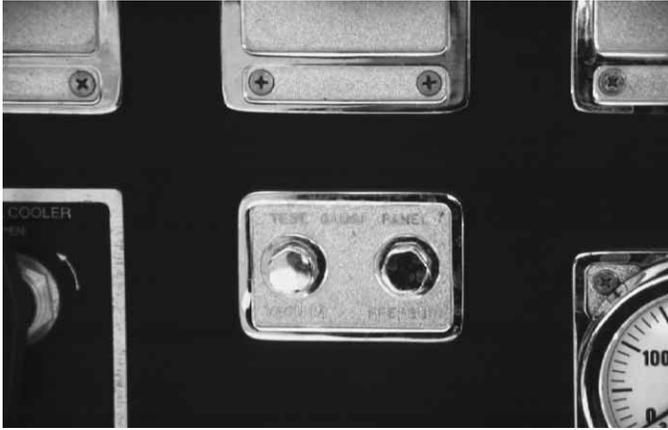


Figura 16.13 Los manómetros de prueba se unen a las conexiones de prueba del panel de la bomba.



Figura 16.14 Introduzca la linterna encendida en la manguera antes de conectarla al panel de la bomba.

cada 300 m [1.000 pies] de altitud.) Si desea obtener información sobre los efectos de la altitud, consulte el apéndice E.

- Paso 11. Compare las lecturas del manómetro de toma del vehículo con las del manómetro de prueba. Registre todas las diferencias.
- Paso 12. Apague el motor. Escuche para comprobar si existen escapes de aire. No deben perderse más de 250 mm o 33,9 kPa (10 pulgadas) de vacío en 5 minutos. Los escapes excesivos afectarán a los resultados de las pruebas posteriores, por lo

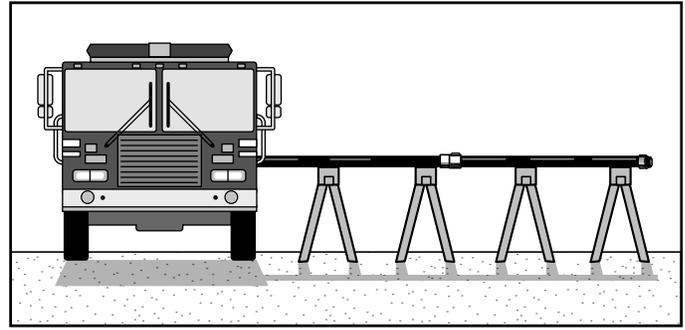


Figura 16.15 Las mangueras de toma deben apoyarse sobre caballetes o dispositivos similares.

que deben localizarse y repararse antes de realizar el resto de pruebas.

Si el vehículo no logra alcanzar 560 mm (22 pulgadas) de mercurio, hay que retirarlo del servicio y repararlo tan pronto como sea posible.

Otra de las pruebas que algunas jurisdicciones efectúan tras la prueba de vacío es una prueba para comprobar el estado de la propia manguera rígida de toma. Este es un momento ideal para llevar a cabo esta prueba, ya que muchas de sus partes son un reflejo de la prueba de vacío en seco de la bomba. Es importante comprobar el estado de la manguera rígida de toma, ya que, si existen defectos en esta manguera, los resultados de pruebas posteriores de la bomba pueden ser erróneos. Si el revestimiento exterior de la manguera rígida de toma está dañado, la manguera perderá presión durante las actuaciones de succión. Como consecuencia, se creará una burbuja en el revestimiento interior de la manguera, lo que reducirá el flujo durante la succión.

Para verificar el estado de la manguera rígida de toma, siga el procedimiento que se detalla a continuación:

- Paso 1. Asegúrese de que se ha drenado por completo el agua de la bomba.
- Paso 2. Inspeccione todas las juntas de la manguera de toma y retire la junta de la tapa de toma.
- Paso 3. Asegúrese de que no hay objetos extraños en la manguera de toma. Límpiela si es necesario.
- Paso 4. Introduzca una linterna encendida en la manguera por el cople hembra que se conectará a la toma (véase la figura 16.14).
- Paso 5. Conecte 6 m (20 pies) de la manguera de toma adecuada a la conexión de toma de la bomba (consulte los informes de pruebas anteriores para saber cuál es el diámetro adecuado de la manguera). Coloque la manguera encima de bidones o de caballetes para que quede bien estirada (véase la figura 16.15).

Tabla 16.4a
Flujo en gpm procedente de boquillas de chorro directo de diferentes tamaños

Presión de la boquilla en lb/pulg ²	Diámetro de la boquilla en pulgadas									
	1	1,125	1,25	1,375	1,5	1,625	1,75	1,875	2	2,25
50	209	265	326	396	472	554	643	740	841	1.065
55	219	277	342	415	495	581	674	765	881	1.118
60	229	290	357	434	517	607	704	810	920	1.168
65	239	301	372	451	537	631	732	843	958	1.215
70	246	313	386	469	558	655	761	875	994	1.260
75	256	324	399	485	578	678	787	905	1.030	1.305
80	264	335	413	500	596	700	813	935	1.063	1.347

- Paso 6. Asegúrese de que todas las válvulas de toma estén abiertas y de que las tapas de las conexiones de toma estén bien ajustadas. Asimismo, cierre todas las válvulas de descarga y quítele todas las tapas.
- Paso 7. Conecte un vacuómetro preciso (o un manómetro de mercurio) a la conexión roscada del manómetro de pruebas que se encuentra en la toma de la bomba. **PRECAUCIÓN:** si no se conecta el manómetro a la toma, sufrirá daños irreparables.
- Paso 8. Verifique el nivel de aceite del depósito del cebador de la bomba (rellene el depósito si es necesario).
- Paso 9. Haga que se pueda acceder con facilidad a todos los prensaestopas para poder comprobar su estado (levante las trampillas del suelo o abra las puertas de los compartimentos).
- Paso 10. Coloque la junta de la tapa frente al extremo macho de la manguera y utilice una lámina Lexan™ de 9,5 mm (0,375 pulgadas) u otro plástico duro y limpio de tamaño suficiente para cubrir toda la apertura frente a la junta. Mantenga la junta y el plástico en esa posición hasta que se ponga en marcha el dispositivo cebador (véase la figura 16.16).
- Paso 11. Ponga en marcha el dispositivo cebador hasta que en el manómetro de prueba se marque 560 mm (22 pulgadas) de mercurio. (**NOTA:** reduzca el nivel del mercurio en 25 mm [1 pulgada] por cada 300 m [1.000 pies] de altitud.)
- Paso 12. Compare las lecturas del manómetro de toma del vehículo con las del manómetro de prueba. Registre todas las diferencias.



Figura 16.16 Apoye la junta y la lámina de plástico contra el extremo de la manguera de toma. Observe que esta foto sólo muestra el modo en que se haría. Si se realizara una prueba real, la manguera estaría elevada.

- Paso 13. Apague el motor. Escuche para comprobar si existen escapes de aire. No deben perderse más de 250 mm o 33,9 kPa (10 pulgadas) de vacío en 5 minutos.
- Paso 14. Mire a través del plástico y examine el interior de la manguera para comprobar si hay indicios de burbujas o de una separación en el revestimiento. (A veces se forman lentamente.)
- Después de terminar la prueba de vacío y/o la de la manguera rígida de toma, prepare el autobomba para el resto de pruebas.
- Paso 1. Abra una válvula de descarga para que la presión de la bomba se compense.
- Paso 2. Cambie la tapa del extremo de la manguera de toma por el filtro de toma.
- Paso 3. Siga los procedimientos normalizados del cuerpo que indican cómo atar la manguera de toma para preparar la actuación de succión. A

Tabla 16.4b
Flujo en gpm procedente de boquillas de chorro directo de diferentes tamaños

Presión de la boquilla en kPa	Diámetro de la boquilla en mm									
	25	29	32	35	38	42	45	48	50	57
350	791	1.003	1.234	1.499	1.786	2.097	2.434	2.801	3.183	4.031
385	829	1.048	1.294	1.571	1.873	2.200	2.551	2.896	3.334	4.232
420	867	1.098	1.351	1.643	1.957	2.297	2.665	3.066	3.483	4.421
455	905	1.139	1.408	1.707	2.033	2.389	2.771	3.191	3.626	4.600
490	931	1.185	1.461	1.775	2.112	2.480	2.880	3.312	3.763	4.770
525	969	1.226	1.510	1.835	2.188	2.567	2.980	3.425	3.899	4.940
560	1.000	1.000	1.563	1.893	2.256	2.650	3.077	3.539	4.024	5.099

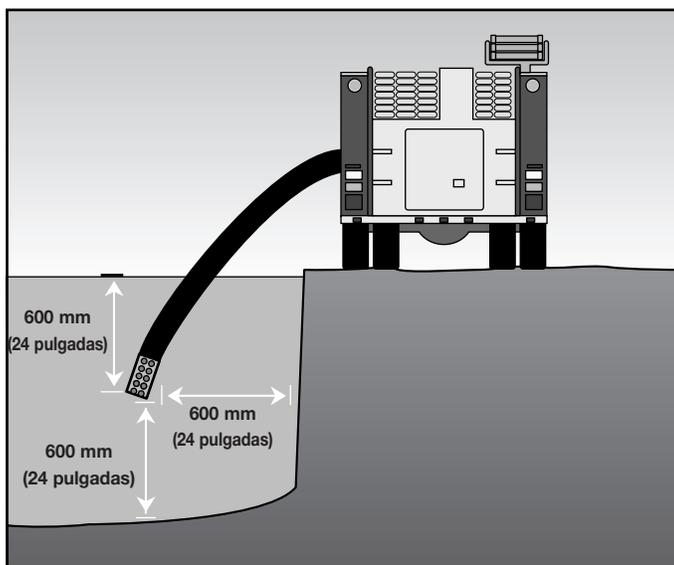


Figura 16.17 Se recomienda que haya 600 mm (24 pulgadas) de agua alrededor del filtro.

continuación, introduzca la manguera en el agua. El filtro debe estar al menos a 0,6 m (2 pies) por debajo de la superficie. Además, los laterales y la parte inferior del filtro deben estar rodeados por un mínimo de 0,6 m (2 pies) de agua a la redonda (véase la figura 16.17).

- Paso 4. Conecte el manómetro de prueba para la presión de descarga al lado de presión de la bomba mediante las piezas de ajuste de pruebas del panel del operario.
- Paso 5. Conecte un número adecuado de líneas de mangueras para transportar la capacidad de la bomba hasta la boquilla de prueba. Esta boquilla debe tener el tamaño adecuado para soportar la capacidad de la bomba. (Véanse las tablas 16.4 a y b.)

Paso 6. Asegúrese de que la boquilla está bien sujeta para que no quede suelta y no pueda herir al personal. **NO** sujete nunca la boquilla de prueba con las manos durante una prueba.

Paso 7. Conecte el tubo de Pitot y los manómetros de prueba. Es recomendable que el tubo de Pitot esté sujeto a la boquilla mediante una abrazadera.

Prueba de bombeo

La prueba de bombeo permite comprobar el estado general del motor y de la bomba. Para obtener las presiones adecuadas en el motor y en la boquilla para la prueba de capacidad, es preciso realizar algunos ajustes y reajustes. Todos los cambios deben efectuarse lentamente para que ni la bomba ni la manguera resulten dañadas y para que el personal no resulte herido. Asimismo, esto proporciona el tiempo necesario para que los manómetros de prueba registren los consiguientes cambios de presión. El procedimiento para la prueba de capacidad es el siguiente:

- Paso 1. Aumente gradualmente la velocidad de la bomba hasta que la presión neta de descarga de la bomba sea de 1.035 kPa (150 lb/pulg²), ajustada según la pérdida de presión por fricción y la altitud. Si se utiliza una bomba de dos posiciones, la válvula de transferencia debe estar en la posición de VOLUMEN (PARALELO).
- Paso 2. Compruebe el flujo de la boquilla utilizando bien un tubo de Pitot bien un caudalímetro. Si el flujo es demasiado elevado, cierre más una válvula. Vuelva a ajustar (disminuya) la velocidad del motor para corregir la presión de descarga. Si el flujo es demasiado bajo, abra más una válvula. Vuelva a ajustar (aumente) la velocidad del motor para corregir la presión de

descarga. (**NOTA:** estos ajustes deben realizarse sin que la velocidad del motor sobrepase el 80 por ciento de su velocidad máxima.)

Paso 3. En el momento en el que se alcanzan la presión de descarga de la bomba y el volumen adecuados, la prueba empieza oficialmente. Las siguientes lecturas se realizan y se registran al principio de la prueba y en intervalos de 5 minutos hasta que finalizan los 20 minutos que dura la prueba. (**NOTA:** si se producen fluctuaciones de presión, es necesario realizar lecturas con más frecuencia.)

- Presión de descarga de la bomba
- Presión (o flujo) de la boquilla
- Tacómetro del motor
- Rpm indicadas por un contador portátil de revoluciones por minuto
- Temperatura del líquido refrigerante del motor (opcional)
- Presión del aceite (opcional)
- Temperatura del fluido de la transmisión automática (opcional)

Paso 4. Cuando haya finalizado la prueba de capacidad de 20 minutos, la presión neta de descarga de la bomba debe aumentarse hasta alcanzar 1.380 kPa (200 lb/pulg²). En ese momento, la bomba debería descargar al menos el 70% de su capacidad de volumen establecida. Según la NFPA 1911, las válvulas de transferencia de dos posiciones de las bombas pueden estar tanto en la posición de VOLUMEN (PARALELO) como en la de PRESIÓN (SERIE) en esta parte de la prueba. Suele ser mejor consultar la información de certificación de la bomba (la documentación que la acompaña o la placa de datos colocada en el panel de la bomba), de modo que se puede comprobar en qué posición estaba la válvula de transferencia durante la prueba de certificación y utilizar dicha posición también en esta prueba. La bomba debe permanecer en funcionamiento con esa configuración al menos durante 10 minutos.

Paso 5. Una vez finalizada la prueba a 1.380 kPa (200 lb/pulg²), es preciso aumentar la presión neta de descarga de la bomba hasta llegar a 1.725 kPa (250 lb/pulg²). En ese momento, la bomba debería descargar, como mínimo, el 50% de su capacidad de volumen establecida. Las válvulas de transferencia de dos posiciones de las bombas tienen que estar en la posición



Figura 16.18 El tubo de Pitot debe estar en el centro del chorro de agua.

de PRESIÓN (SERIE) en esta parte de la prueba. La bomba debe permanecer en funcionamiento con esa configuración al menos durante 10 minutos.

A continuación, se presentan algunos aspectos importantes que hay que recordar a la hora de realizar la prueba de bombeo:

- Sujete el tubo de Pitot con la apertura de la boca situada en el centro del chorro y con el extremo a una distancia que corresponda aproximadamente a la mitad del diámetro de la boquilla desde el extremo de la misma (véase la figura 16.18). Si el tubo de Pitot está demasiado cerca de la boquilla, la lectura aumentará erróneamente.
- Mantenga la temperatura del motor dentro de los límites adecuados.
- Compruebe la presión del aceite para asegurarse de que se mantiene la lubricación adecuada del motor.
- Registre cualquier vibración inusual de la bomba o del motor.
- Tome nota de cualquier otro defecto en el rendimiento de la bomba o del motor. Corrija las anomalías menores de inmediato siempre que sea posible.

Pruebas de control de la presión

Los dispositivos de control de la presión deben someterse a diversas pruebas que permitan comprobar que mantienen un nivel seguro de presión en la bomba cuando se cierran las válvulas y a diversas presiones de descarga. Durante esta prueba, los dispositivos de controles de la presión deben utilizarse siguiendo las instrucciones del fabricante. La prueba de control de la presión se divide en tres partes:

Parte 1

Paso 1. Configure la bomba contraincendios para que

Tabla 16.5
Flujo mínimo que debe marcar
el caudalímetro

Tamaño de la tubería en mm (pulgadas)		Flujo de prueba) en L/min (gpm)	
38	(1,5)	454	(128)
50	(2,0)	682	(180)
65	(2,5)	1.135	(300)
77	(3,0)	2.650	(700)
100	(4,0)	3.785	(1.000)

descargue su capacidad establecida a una presión neta de descarga de la bomba de 1.035 kPa (150 lb/pulg²).

Paso 2. Configure el dispositivo de control de la presión para que mantenga la presión de descarga a 1.035 kPa (150 lb/pulg²).

Paso 3. Cuando haya configurado el dispositivo, cierre todas las válvulas por las que fluye agua una por una. No tarde menos de 3 segundos ni más de 10 en cada una de las válvulas. (**NOTA:** si la válvula se cierra en menos de 3 segundos, se pueden dañar la bomba, las tuberías o los dispositivos de control de la presión. En caso de que se tarde más de 10 segundos en cerrarla, no se proporcionan unos resultados reales para el dispositivo de control de la presión.)

Paso 4. Observe el manómetro de presión de descarga de la bomba. Si todos los manómetros están cerrados, la lectura no debe ser superior a 207 kPa (30 lb/pulg²).

Parte 2

Paso 1. Configure la bomba contraincendios para que descargue su capacidad establecida a una presión neta de descarga de la bomba de 1.035 kPa (150 lb/pulg²).

Paso 2. Reduzca la aceleración de la bomba hasta que la presión neta de descarga de la bomba caiga hasta 620 kPa (90 lb/pulg²) sin que se produzcan cambios en las configuraciones de la válvula de descarga o de la boquilla.

Paso 3. Configure el dispositivo de control de la presión para que mantenga la presión de descarga en 620 kPa (1.035 lb/pulg²).

Paso 4. Cuando haya configurado el dispositivo, cierre todas las válvulas por las que fluye agua una por una. No tarde menos de 3 segundos ni más de 10 en cerrar cada una de las válvulas. (**NOTA:** si la válvula se cierra en menos de 3 segundos, se pueden dañar la bomba, las tuberías o los dispositivos de control de la presión. En caso de que se tarde más de 10 segundos en cerrarla, no se proporcionan unos resultados reales para el dispositivo de control de la presión.)

Paso 5. Observe el manómetro de presión de descarga de la bomba. Si todos los manómetros están cerrados, la lectura no debe ser superior a 207 kPa (30 lb/pulg²).

Parte 3

Paso 1. Configure la bomba contraincendios para que descargue el 50% de su capacidad establecida a una presión neta de descarga de la bomba de 1.725 kPa (250 lb/pulg²).

Paso 2. Configure el dispositivo de control de la presión para que mantenga la presión de descarga en 1.725 kPa (250 lb/pulg²).

Paso 3. Cuando haya configurado el dispositivo, cierre todas las válvulas por las que fluye agua una por una. No tarde menos de 3 segundos ni más de 10 en cerrar cada una de las válvulas. (**NOTA:** si la válvula se cierra en menos de 3 segundos, se pueden dañar la bomba, las tuberías o los dispositivos de control de la presión. En caso de que se tarde más de 10 segundos en cerrarla, no se proporcionan unos resultados reales para el dispositivo de control de la presión.)

Paso 4. Observe el manómetro de presión de descarga de la bomba. Si todos los manómetros están cerrados, la lectura no debe ser superior a 207 kPa (30 lb/pulg²).

Pruebas de funcionamiento del manómetro de presión de descarga y del caudalímetro

Revise los manómetros de presión de descarga y el caudalímetro (si el autobomba dispone de uno) para asegurarse de que el conductor/operario recibe una información de descarga precisa cuando la bomba está en marcha. Si estos dispositivos no funcionan correctamente, es posible que el conductor/operario proporcione a los bomberos que controlan los chorros de las mangueras cantidades de agua insuficientes o excesivas, lo que supone una situación de riesgo.

La prueba de los manómetros de presión de descarga del vehículo es un procedimiento relativamente rápido y

sencillo. Para realizar la prueba correctamente, todas las descargas del vehículo deben estar tapadas. Por tanto, hay que desconectar las líneas de mangueras preconectadas y colocar tapas o boquillas cerradas en sus descargas (véase la figura 16.19). Cuando se hayan tapado todas las descargas, hay que abrir ligeramente las válvulas de descarga. En ese momento, hay que aumentar la aceleración hasta que la lectura del manómetro de presión de descarga de prueba sea de 1.035 kPa (150 lb/pulg²). La inspección visual rápida del manómetro de presión de la descarga maestra y de todos los manómetros alineados de descarga debe mostrar la cifra de 1.035 kPa (150 lb/pulg²). A continuación, hay que probar los manómetros a 1.380 kPa (200 lb/pulg²) y a 1.725 kPa (250 lb/pulg²) del mismo modo. Todos los manómetros que presenten una diferencia de más de 70 kPa (10 lb/pulg²) deben recalibrarse, repararse o remplazarse.

Las pruebas para las descargas equipadas con caudalímetros no son tan sencillas como las de los manómetros de presión. Para efectuar pruebas a un caudalímetro, hay que conectar una línea de mangueras equipada con una boquilla de chorro directo a cada una de las descargas sometidas a la prueba (no es necesario conectarlas todas a la vez). Consulte la tabla 16.2 (a o b) para determinar la configuración adecuada de manguera y boquilla para la prueba. La tabla 16.5 muestra los flujos mínimos que deben alcanzarse para que la prueba sea válida según los diferentes tamaños de tubería de descarga de la bomba que aparecen en la lista. El flujo real se calculará utilizando las lecturas del tubo de Pitot tomadas en la descarga de la boquilla de chorro directo. La diferencia entre el flujo que se mide en la boquilla y la lectura del caudalímetro no debe ser superior a un 10%. Si el margen de error es superior, hay que volver a calibrar el caudalímetro, remplazarlo o repararlo.

Prueba del flujo que va del depósito a la bomba

Esta prueba debe realizarse en todos los vehículos equipados con un depósito de agua, independientemente de su tamaño. El propósito de esta prueba es garantizar que la tubería entre el depósito de agua y la bomba baste para suministrar la cantidad mínima de agua especificada en la NFPA 1901 y por el fabricante. Tal y como recordará del capítulo 10 de este manual, la NFPA 1901 establece que el tamaño de las tuberías debe permitir que los autobombas con una capacidad de 1.900 L/min (500 gpm) o menor puedan producir un flujo de 950 L/min (250 gpm) desde la cisterna nodriza. Los autobombas cuya capacidad sea superior a 1.900 L/min (500 gpm) tienen que producir al menos un flujo de 1.900 L/min (500 gpm). Puede que algunos cuerpos de bomberos especifiquen flujos superiores en el momento de solicitar



Figura 16.19 La descarga debe taparse de algún modo.

el vehículo a un fabricante. Se recomienda que la prueba se realice con la cifra más elevada, en caso de que el mínimo establecido por la NFPA sea inferior al mínimo especificado en el pedido del vehículo. Es necesario utilizar el siguiente procedimiento de prueba para comprobar el funcionamiento de la línea que va del depósito a la bomba:

- Paso 1. Asegúrese de llenar el depósito de agua hasta que rebose.
- Paso 2. Cierre la línea de llenado del depósito, la línea de refrigeración de derivación y todas las tomas de la bomba.
- Paso 3. Conecte líneas de mangueras y boquillas suficientes para que suministrar el flujo de descarga deseado.
- Paso 4. Con la bomba en marcha, abra las descargas a las que están conectadas las mangueras, de modo que el agua comience a fluir.
- Paso 5. Aumente la aceleración del motor hasta que el manómetro de descarga indique la presión constante máxima.
- Paso 6. Cierre la válvula de descarga, sin modificar la aceleración, y vuelva a llenar el depósito (se suele utilizar la apertura superior de llenado o una línea de llenado conectada directamente al depósito). Durante esta operación, puede abrirse momentáneamente la válvula de derivación para que la bomba no se sobrecaliente.
- Paso 7. Vuelva a abrir la válvula de descarga y compruebe el flujo que pasa a través de la boquilla utilizando un tubo de Pitot o un caudalímetro. Ajuste la aceleración del motor si es necesario reducir la presión a la cantidad determinada en el paso 5.

Paso 8. Compare el flujo medido con el mínimo establecido por la NFPA o con el flujo designado por el fabricante. Si el flujo es inferior a éste, es posible que exista algún problema en la línea que va del depósito a la bomba. Recuerde que debe descargarse de modo continuo el flujo mínimo hasta que se haya el depósito se haya vaciado, al menos, en un 80%.

Análisis de los resultados de la prueba

Durante las pruebas, ni el sistema ni el motor de bombeo deben mostrar en ningún momento indicios de sobrecalentamiento, pérdida de potencia o cualquier otro problema mecánico. Es necesario anotar todos los cálculos y cifras obtenidos durante las pruebas, de modo que puedan archivarse según los procedimientos establecidos por el cuerpo de bomberos sobre cómo registrar los datos.

Si las pruebas de la bomba contraincendios dieron un resultado inferior al 90% de la capacidad especificada en las pruebas de certificación que se realizaron cuando era nueva, existen dos opciones:

- Retire la bomba del servicio para repararla, de modo que alcance la capacidad para la que se diseñó (será necesario volver a someterla a las pruebas después de la reparación). Esta es la opción preferible.
- Clasifique la bomba con un flujo inferior según los resultados de la prueba de rendimiento real.

Problemas que pueden aparecer durante las pruebas de servicio

Si la bomba no alcanza los requisitos de la prueba de servicio, habrá que investigar uno o más de uno de los siguientes aspectos como posible causa del problema:

- La transmisión está en la marcha equivocada
- El bloqueo de toma directa no funciona (transmisión automática)
- Deslizamiento del embrague
- Sobrecalentamiento del motor
- Atasco del silenciador
- Imprecisión del tacómetro
- Mal funcionamiento del regulador del motor
- La manguera de toma es demasiado pequeña
- El filtro de la toma está sumergido de modo incorrecto (por ejemplo, demasiado cerca de la superficie o demasiado cerca del fondo)
- Atasco en las rejillas de la toma
- Se utiliza el filtro inadecuado para ese tipo de manguera específico

- Elevación superior a 3 m (10 pies)
- Atasco en la manguera de toma o desprendimiento del revestimiento interior
- Escapes excesivos de aire en la toma de la bomba
- Atasco en los rodetes de la bomba
- La bomba o la manguera toma no están totalmente cebadas
- Mal funcionamiento de la válvula de seguridad o del regulador de presión
- La válvula de transferencia se encuentra en la posición incorrecta
- Imprecisión de los manómetros
- Atasco parcial en el tubo de Pitot
- La boquilla es demasiado grande
- Agarrotamiento del turboalimentador

Es necesario realizar todos los esfuerzos posibles para corregir cualquier problema que exista. La parte de la prueba que dio resultados satisfactorios debe repetirse para garantizar que se ha subsanado el problema.

Pruebas de los equipos de dosificación de espuma

Al igual que las bombas contraincendios, el equipo de dosificación de espuma debe someterse a pruebas para verificar que su funcionamiento es adecuado y preciso antes de que entre en servicio y, después de ese momento, realizar pruebas periódicas. Para comprobar si los sistemas y los equipos de dosificación de espuma funcionan correctamente, suelen utilizarse dos métodos:

- Probar la concentración de la solución espuma-agua que producen los sistemas y los equipos
- Probar la velocidad a la que se consume el concentrado de espuma en proporción con un flujo de agua conocido que pasa a través del sistema.

La NFPA 1901 exige que las pruebas sobre la precisión del sistema de espuma se realicen antes de que el fabricante entregue el vehículo. No *exige* que las pruebas del sistema se realicen de modo anual, aunque la IFSTA lo recomienda. Asimismo, la NFPA 1002 requiere que el conductor/operario sea capaz de realizar esta prueba. La NFPA 1901 proporciona cuatro pruebas a las que se puede someter un sistema de dosificación de espuma, de modo que se pueda conseguir una calibración precisa:

- Método de desplazamiento del concentrado de espuma
- Método del volumen de descarga de la bomba de concentrado de espuma
- Prueba de refractividad de la solución de espuma

- Prueba de conductividad de la solución de espuma
Las siguientes secciones detallan cada uno de estos procedimientos.

Método de desplazamiento del concentrado de espuma

Este método mide la precisión del equipo de dosificación de espuma comprobando el volumen del concentrado de espuma que se arrastra a través del sistema mientras está en funcionamiento. El sistema de espuma funciona a un flujo predeterminado utilizando agua como sustituto del concentrado de espuma. El agua se succiona desde un depósito calibrado en lugar de desde el depósito normal de concentrado de espuma o desde bidones de concentrado de espuma. (**NOTA:** el agua posee una viscosidad diferente a la del concentrado de espuma y el sistema la puede succionar a una velocidad diferente de la velocidad con la que succionaría el concentrado de espuma. Los fabricantes del sistema de dosificación y del concentrado de espuma que suelen utilizarse en el sistema serán capaces de proporcionar un factor de corrección para garantizar la precisión de los resultados de la prueba realizada con agua.) El volumen de agua succionado desde el depósito calibrado a lo largo de un período determinado de tiempo está en correlación con el porcentaje real de concentrado de espuma que el sistema dosificará si se utiliza el flujo de la prueba.

Método del volumen de descarga de la bomba del concentrado de espuma

Se puede utilizar este procedimiento para probar el volumen del concentrado de espuma que se dosificará en el chorro contraincendios en algunos sistemas de dosificación de espuma que utilizan el método de inyección directa. Al igual que con el método anterior, puede utilizarse agua en lugar de concentrado de espuma durante la prueba. Si el sistema de espuma está funcionando a un flujo predeterminado, se recoge la descarga de la bomba de concentrado de espuma en un contenedor calibrado durante un periodo de tiempo específico. Dicho volumen puede posteriormente relacionarse con el porcentaje real de concentrado de espuma que el sistema dosificará si se utiliza el flujo de la prueba.

Prueba de refractividad de la solución de espuma

La *prueba de refractividad de la solución de espuma* se utiliza para comprobar la calidad de una solución de espuma creada por un sistema de dosificación de espuma. Esta prueba está recomendado para las soluciones de espuma proteínica y fluoroproteínica. Sin

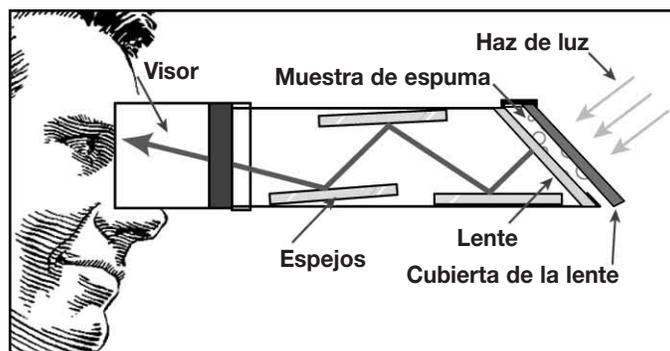


Figura 16.20 Los haces de luz entran en ángulos diferentes en el refractómetro debido a las desviaciones en el contenido de concentrado de espuma de la solución de espuma. *Gentileza de National Foam, Inc.*

embargo, no es preciso para las espumas sintéticas, ya que suelen tener un índice refractivo muy bajo. Para estas espumas, se utiliza la prueba de conductividad.

La cantidad de concentrado de espuma en la solución se mide utilizando un dispositivo denominado *refractómetro*. El funcionamiento de este dispositivo se basa en el principio que se utiliza para medir la velocidad de la luz que viaja a través de un medio determinado. En ese caso, el medio es la solución de espuma. El refractómetro compara muestras de solución de espuma que se succionan del sistema de espuma que se prueba con soluciones preparadas con sumo cuidado que servirán como control. Si se producen desviaciones en el contenido de concentrado de espuma de la solución de espuma, los haces de luz entran en el refractómetro con ángulos diferentes a los del control (véase la figura 16.20). Puesto que la escala del refractómetro no refleja el porcentaje real de dosificación del concentrado de espuma, hay que observar los resultados de las pruebas impresos en un gráfico para interpretarlos.

El primer paso en el proceso de prueba consiste en desarrollar una curva de calibración de referencia. Dicha curva se basa en un índice de dosificación recomendado del concentrado de espuma que se utiliza (normalmente un 1%, 3% ó 6%). Se toma concentrado de espuma y agua del sistema que se somete a la prueba para obtener las soluciones de la curva de referencia. Se realizan tres soluciones normales para cada concentración probada. Una solución contiene la concentración exacta recomendada, otra solución contiene un 0,3% menos de concentrado que lo recomendado y la tercera contiene un 0,3% más de concentrado que lo recomendado. Por ejemplo, si se prueba una espuma al 3%, una de las soluciones debe contener exactamente un 3% de concentrado, la segunda, un 2,7% y la tercera, un 3,3%.

El siguiente procedimiento indica los pasos que hay que realizar para preparar las muestras para las pruebas de un concentrado de espuma al 3%. Las cifras se

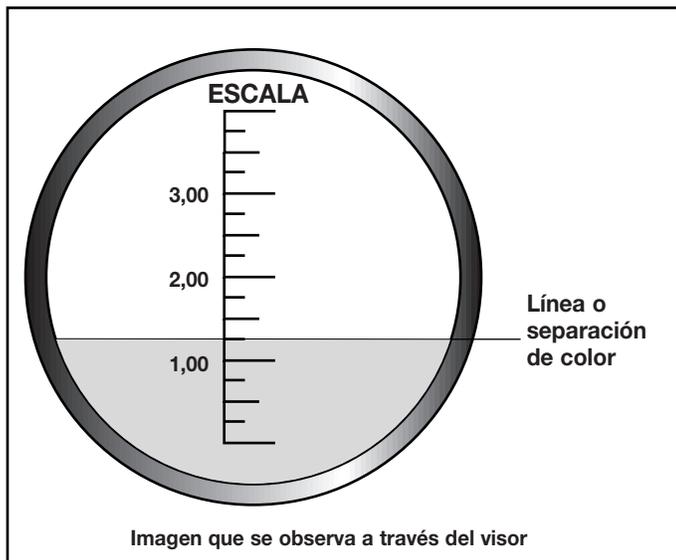


Figura 16.21 Pueden pasar entre 10 y 20 segundos antes de conseguir una lectura precisa, ya que el refractómetro debe ajustarse a las fluctuaciones de temperatura. *Gentileza de National Foam, Inc.*

ajustarán en caso de que se prueben concentrados al 1% o al 6%. Las soluciones pueden mezclarse del siguiente modo:

- Paso 1. Con cuidado, añada concentrado de espuma en las tres botellas graduadas de plástico que tienen una capacidad de 100 ml o superior y que están etiquetadas. Vierta 2,7 ml de concentrado en la primera botella, 3 ml en la segunda y 3,3 ml en la tercera. Para realizarlo, puede utilizar un cuentagotas o una jeringa.
- Paso 2. Llene todas las botellas de agua hasta la marca de 100 ml.
- Paso 3. Introduzca en cada una de ellas una varilla de plástico para remover la solución y tápelas de modo que queden ajustadas.
- Paso 4. Agite todas las botellas a conciencia para que el agua y el concentrado se mezclen.

Si se realizan pruebas a un equipo de dosificación que puede funcionar con más de una concentración, como un tubo eductor alineado con posiciones para un 1%, 3% y un 6%, será necesario tomar tres muestras para cada posición y separar los gráficos de cada una de ellas.

Después de preparar las muestras, se toma un índice de refracción para cada una de ellas. Coloque unas gotas de la muestra sobre el prisma del refractómetro, cierre la tapa y observe la lectura. Pueden ser necesarios entre 10 y 20 segundos para conseguir una lectura precisa, ya que el refractómetro debe ajustarse a las fluctuaciones de la temperatura (véase la figura 16.21). Todas estas lecturas se señalan en un gráfico. Un eje corresponde a la lectura

del refractómetro y el otro, al porcentaje de dosificación. Para establecer la curva de referencia, se traza una línea que pase por los tres puntos.

Cuando se ha finalizado este procedimiento, se toman muestras de la solución de espuma real producida por el sistema que se somete a la prueba. Estas muestras se prueban en el refractómetro y, a continuación, el resultado obtenido se marca en el gráfico. Los resultados deben ajustarse a los parámetros establecidos por las diferentes normas de la NFPA y comentados anteriormente.

Prueba de conductividad de la solución de espuma

La *prueba de conductividad de la solución de espuma* suele utilizarse para comprobar la calidad de las espumas sintéticas producidas por los equipos y los sistemas de dosificación de espuma. Puesto que los concentrados de espuma sintética presentan un color muy claro, las pruebas de refractividad descritas en el apartado anterior no resultan muy precisas. Las pruebas de conductividad no se basan en los colores de la espuma, sino en su capacidad para conducir electricidad de modo que se pueda comprobar su composición real.

La *conductividad* es la capacidad que tiene una sustancia para conducir una corriente eléctrica. Tanto el agua como el concentrado de espuma son conductores de la electricidad. Al dosificar el concentrado de espuma en el agua, la conductividad de la solución de espuma resultante se encuentra entre las cifras de conductividad del agua sola y del concentrado de espuma. Estas cifras pueden utilizarse para medir la cantidad de concentrado de espuma presente en la solución.

Existen tres métodos para probar la conductividad de la solución de espuma:

- Prueba de lectura directa de la conductividad
- Prueba de comparación de la conductividad
- Prueba de la curva de calibración de la conductividad

Todos estos métodos se describen en los siguientes apartados.

Prueba de lectura directa de la conductividad

Este método se utiliza siempre que se dispone de un medidor de conductividad que pueda proporcionar una lectura directa. La lectura del medidor puede indicar o no el porcentaje real de concentrado de espuma en la solución. Si el medidor no ofrece una lectura real del porcentaje, habrá que desarrollar una curva de calibración. El procedimiento para desarrollar dicha curva será el mismo que el descrito para la prueba de refractividad.

Para realizar esta prueba, si se utiliza sólo agua, el medidor debe ponerse a cero. Este procedimiento puede realizarse de cualquiera de los dos modos siguientes:

1. Introducir una muestra del agua que se utilizará en la prueba en un contenedor y sumergir el cabezal del sensor para poner el medidor a cero.
2. Montar el sensor directamente en la línea de descarga de la bomba y poner el medidor a cero mientras se deja fluir agua.

Después de poner el medidor a cero, se obtiene una muestra de la solución de espuma del sistema dosificador. Al igual que con el agua, puede obtenerse una lectura utilizando un contenedor o un medidor montado directamente en la descarga de la bomba. El sensor se sumerge en la solución y se toma una lectura del medidor. Si el medidor no ofrece lecturas en porcentajes de concentrado de espuma en la solución, hay que señalar la lectura en el gráfico de la curva de calibración para obtener los resultados finales.

Prueba de comparación de la conductividad

Este método se utiliza si se dispone de un medidor de conductividad que ofrece lecturas en microsiemens por centímetro (ms/cm). El procedimiento es bastante sencillo. En primer lugar, se toma una lectura del agua que se utilizará para la prueba. A continuación, se toma una lectura de la solución de espuma producida por el sistema sometido a las pruebas. El porcentaje de concentrado de espuma en la solución puede determinarse utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de concentrado en la solución} = \frac{(\text{conductividad de la solución}) - (\text{conductividad del agua})}{500}$$

El divisor constante de 500 sólo se utiliza si la graduación del medidor está establecida en unidades de ms/cm. Si se utiliza otro tipo de medidor, habrá que adaptar el divisor. El fabricante del medidor deberá proporcionar esta información.

Prueba de la curva de calibración de la conductividad

La prueba de la curva de calibración de la conductividad se realiza utilizando un medidor manual para la conductividad compensado según la temperatura. El procedimiento para este método es muy similar al descrito anteriormente en esta sección para la prueba de refractividad. Se desarrolla una curva de calibración siguiendo las mismas directrices que las de la prueba de refractividad. La única diferencia es que, en ese caso, las lecturas se tomarán utilizando el medidor de conductividad. Después de desarrollar la curva de calibración, se pueden tomar y analizar muestras de solución de espuma procedentes del equipo de dosificación que se somete a la prueba. Las lecturas de dichas pruebas se marcan en la curva de calibración para determinar el porcentaje de concentrado presente en la solución.

Si desea información más detallada sobre las pruebas del sistema de espuma, incluidas las pruebas para sistemas de espuma de aire comprimido, consulte los capítulos 18 y 19 de la NFPA 1901. El manual de la IFSTA *Principles of Foam Fire Fighting* (Principios de la lucha contraincendios con espuma) también contiene información detallada sobre las pruebas del sistema de espuma.

ELK GROVE FIRE DEPARTMENT INFORME DE INSPECCIÓN DIARIA DE UN VEHÍCULO PREVIA A UN VIAJE			
Nº. del vehículo. _____		Kilometraje/millas _____	
Fecha: _____			
D01	INSPECCIÓN VISUAL	D06	EXTERIOR DEL VEHÍCULO
	Estado general/daños en la carrocería		Móvil/portátil
D02	MOTOR/COMPARTIMENTO DEL MOTOR		Terminales móviles de datos
	Escape de fluido		Teléfonos móviles
	Correas/manguitos		Auriculares
	Fluidos del motor (aceite, líquido de transmisión, etc.)	D07	EQUIPO DE COMUNICACIONES
	Batería		Móvil/portátil
D03	CABINA DEL VEHÍCULO (INTERIOR)		Terminales móviles de datos
	Formularios, mapas, libros, etc.		Teléfonos móviles
	Niveles de combustible		Auriculares
	Asientos/cinturones de seguridad	D08	BOMBA(S)
	Limpiaparabrisas		Encendido y chequeo de los manómetros
	Calefacción/luna térmica		Válvula de seguridad/de conmutación
	Bocina(s)/sirenas		Nivel de agua
D04	MOTOR EN MARCHA	D09	EQUIPOS DE SERVICIO MÉDICO DE URGENCIA
	Indicadores (aceite, temperatura, amperaje, etc.)		Equipos de apoyo vital básico
D05	FRENOS NEUMÁTICOS		LP300
	Escape de aire		Cilindros de oxígeno
	Presión entrada/salida del aire comprimido	D10	OTROS
	Freno de mano		Recipientes para agua
	Indicador de presión baja		Dispositivos de detección de gas
	Frenos de servicio		Extintores contra incendios
	FRENOS HIDRÁULICOS		Conos/bengalas de emergencia
	Nivel del líquido de frenos		
	Freno de mano		
	Frenos		
ESTADO GENERAL DEL VEHÍCULO			
	Satisfactorio		No satisfactorio
Observaciones: _____			
Firma del conductor: _____			
	No es necesario corregir los defectos señalados para que el funcionamiento sea seguro.		
	Es necesario retirar el vehículo del servicio.		
Firma del capitán _____			
PARA USO EXCLUSIVO DE LA ADMINISTRACIÓN DEL PARQUE AUTOMOVILÍSTICO			
	Se ha corregido los defectos anteriormente mencionados.		No es necesario corregir los defectos señalados para que el funcionamiento sea seguro.
Firma del mecánico _____			
Fecha: _____			

Copia blanca: para la división de mantenimiento Copia amarilla: para el libro de registro

Gentileza del cuerpo de bomberos de Elk Grove, California (EE.UU.)

CUERPO DE BOMBEROS DE PROVIDENCE

INSPECCIÓN DIARIA DE VEHÍCULOS/EQUIPO

Compañía: _____ Grupo: _____

Fecha: _____ Conductor: _____		
Revisión del primer día	Correcto	Necesita reparación
APARATO DE RESPIRACIÓN AUTÓNOMA: nivel del cilindro, funcionamiento, arnés, sistema de seguridad de alerta personal		
MOTOR: aceite, refrigerante, líquido de transmisión dirección asistida, líquido de frenos/escapes del líquido de frenos correas/manguitos nivel de combustible estado de la batería		
NEUMÁTICOS: dibujo, estado de la superficie, comprobar si hay pinchazos (con un martillo)		
LUCES: faros, luces de frenado/traseras, luz de marcha atrás, luces de advertencia		
CABINA: interior limpio, libros, llaves, papeles de notas, limpiaparabrisas limpios, asientos, cinturones		
RADIO/SIRENA/BOCINA: funcionamiento		
EQUIPO DE SERVICIO MÉDICO DE URGENCIA: oxígeno, guantes de látex, control infeccioso, suministros para el apoyo vital básico.		
OTROS: linternas, neveras portátiles.		
LAVADO: del vehículo y del equipo según sea necesario.		
AUTOBOMBAS: nivel de agua, cebador, válvula de seguridad, válvula de conmutación, filtro limpio de la válvula de seguridad, accesorios y llaves para hidrantes.		
DISPOSITIVOS ELEVADIZOS/TORRES: aceite hidráulico, nivel y funcionamiento, toma de fuerza, gatos/puntales/bloqueos, soporte, plataforma		
RESCATE: oxígeno principal, silla para escalas, camilla, tablas rígidas, desfibrilador, monitor y marcapasos, equipo de apoyo vital avanzado.		
OTROS:		

Fecha: _____ Conductor: _____		
Revisión del segundo día	Correcto	Necesita reparación
APARATO DE RESPIRACIÓN AUTÓNOMA: nivel del cilindro, funcionamiento, arnés, sistema de seguridad de alerta personal		
HERRAMIENTAS DE MANO: lavar e inspeccionar todas las herramientas de mano		
GENERADORES Y CONVERTIDORES: nivel de aceite, nivel de combustible, estado de los interruptores del circuito, comprobar y utilizar el equipo eléctrico (ventiladores, etc.)		
BOQUILLAS: limpiar y utilizar los accesorios y los adaptadores		
EXTINTORES: presión, estado		
BOMBAS PORTÁTILES: nivel de fueloil		
LUCES: iluminación para el lugar de la emergencia, cables, carrete, cajas de distribución, adaptadores		
MANGUERAS: preconexiones, funcionamiento de la manguera nodriza y los carretes, líneas de abastecimiento, fardos para edificios altos, adaptadores		
CUERDAS: utilitarias, de seguridad, bolsas y otros equipos		
CALZOS: calzos, bloques, tablones, puntales, etc., para las ruedas		
AUTOBOMBAS: nivel de agua, nivel de espuma, equipos de espuma, funcionamiento de puertas y drenajes		
DISPOSITIVOS ELEVADIZOS/TORRES: inspeccionar conductos del agua, tuberías de la escala, equipos de salvamento y revisión, cinturones de seguridad y arneses, niveles de combustible y de aceite de la cadena dentada, utilizar el combustible, el aceite y las hojas que queden (según recomendaciones del fabricante)		
RESCATE: tablillas, tracción, dispositivo de extracción Kendrick, ropa de cama, herramientas manuales y dispositivos de sujeción para la descarceración, suministros		
OTROS:		

Gentileza del cuerpo de bomberos de Providence, Rhode Island (EE.UU.)

Cuerpo de bomberos de Providence – Informe sobre los defectos del vehículo

Fecha: _____ Compañía: _____ Oficial: _____ Conductor: _____

SÓLO AVERÍAS IMPORTANTES Reparación o cambio inmediato según lo indicado

El vehículo está en buenas condiciones, excepto: (inicial)

Avería (conductor)	Reparado (mecánico)
--------------------	---------------------

Frenos	Pedal flojo/bajo		
	Mordazas/pastillas		
	Ruido/calor excesivos		
	Freno de mano/auxiliar		
	Otros		

Electricidad	Avería total		
	Faros delanteros/luces de frenado		
	Todas las luces de advertencia		
	Radio/sirena		
	Sistema de alimentación		
	Otros		

Motor	No se enciende		
	Se sobrecalienta		
	Se cala		
	Controles de aceleración		
	Ruidoso		
	No arranca		
	Correas/manguitos		
	Otros		

Sistema de transmisión	No cambia de marcha		
	Tiene juego		
	Ruido/vibraciones		
	Otros		

Sistema de aire	Sin presión		
	Aumento lento de la presión		
	Pérdida rápida de presión de aire		
	Otros		

Suspensión	Ballesta/soporte de la ballesta		
	Inclinación del vehículo (excesiva)		
	Pérdida/falta de control		
	Otros		

Información transmitida a (nombre) _____
 Hora _____
 Reparación de todas las averías
 (Firma del mecánico) _____
 Reparación de averías, excepto las descritas a continuación
 (Firma del mecánico) _____
 Averías no reparadas _____

El vehículo está en buenas condiciones, excepto: (inicial)

Avería (conductor)	Reparado (mecánico)
--------------------	---------------------

Neumáticos	Estado		
	Dibujo		
	Otros		
	¿Qué neumático? (Márquelo)	Derecha Delantero Interior Izquierda Trasero Exterior	

Dirección	Dura		
	Tira		
	Vibra		
	Pérdida/falta de control		
	Otros		

Carrocería de la cabina	Las puertas/el seguro no cierra		
	Limpiaparabrisas		
	Asientos/cinturones de seguridad		
	Daños importantes en la carrocería		
	Otros		

Tubo de escape	Sistema de filtros		
	Demasiado humo		
	Gases		
	Otros		

Dispositivos elevadizos/torres	La toma de fuerza no funciona		
	Gatos/puntales		
	Controles		
	Hidráulica		
	Cables/guías		
	Bastidor del tractor/remolque		

Bomba	No se enciende		
	Válvula de seguridad		
	Sin presión		
	Otros		

Observaciones/comentarios:

AVERÍAS MENORES

Para mantenimiento preventivo o cuando la avería NO supone un peligro inmediato para la seguridad

El vehículo está en buenas condiciones, excepto: (inicial)	Avería (conductor)	Reparado (mecánico)
--	--------------------	---------------------

Sistema eléctrico	Generador		
	Carrete para el cable/de la manguera nodriza		
	Cargador de luces		
	Convertidor		
	Otros		

Luces	Luces de advertencia		
	Luces traseras		
	Luces de gálibo		
	Luz del compartimento		
	Luces del salpicadero		
	Luces de posición		
	Otros		

Ventanillas	Cristales rotos		
	No funcionan		
	Otros		

Cabina/carrocería	Daños en la carrocería		
	Asientos		
	Soportes para herramientas		
	Pasamanos		
	Otros		
	Ubicación		

Información transmitida a (nombre) – _____

Hora _____

Reparación de todas las averías

(Firma del mecánico) – _____

Reparación de averías, excepto las descritas a continuación

(Firma del mecánico) – _____

Averías no reparadas – _____

El vehículo está en buenas condiciones, excepto: (inicial)	Avería (conductor)	Reparado (mecánico)
--	--------------------	---------------------

Indicadores	Indicador de combustible		
	Manómetro compuesto de presión		
	Descarga de línea nº.		
	Nivel de agua del depósito		
	Indicadores del salpicadero		
	Otros		

Escapes	Bomba		
	Depósito		
	Compuertas		
	Carrete de la manguera nodriza		
	Combustible (oscuro/claro)		
	Aceite (negro)		
	Anticongelante (verde)		
	Líquido de transmisión (rojo)		
	Otros		

Puertas	Abolladuras		
	Atascadas		
	Pomo suelto		
	Seguro atascado		
	Otros		

Retrovisores	Rotos		
	Sueltos		
	Otros		

Bomba	Válvula de conmutación		
	Bomba cebadora		
	Otros		

Observaciones/comentarios:

Inspección de vehículos del cuerpo de bomberos de Ames, revisado el 8-11-98, autobomba n.º. 2

Fecha _____ Vehículo n.º. _____ Inspeccionado por _____ Turno _____

Horas de la bomba _____ Kilómetros (millas) del motor _____

Código de evaluación: correcto (1) necesita reparaciones (0) ajustes (x)

Nivel de combustible de: motor _____ soplador mecánico _____ cadena dentada _____ generador del sistema portátil de iluminación _____ contenedor de gas normal _____ contenedor de gas mezclado 32:1 _____

Funcionamiento de: motor _____ soplador mecánico _____ cadena dentada _____ generador del sistema portátil de iluminación _____

COMPARTIMENTO DEL MOTOR

Nivel de fluido de: cárter del motor _____ depósito del cebador de la bomba _____ orificio de ventilación _____ radiador _____

Estado de: manguitos del radiador y de la calefacción _____ correa de transmisión _____ limpieza _____

CABINA

Recorrido del pedal de freno _____ freno de mano _____ palanca de cambio de la transmisión de carretera _____ palanca de cambio de la transmisión de la bomba _____ interruptor maestro de la batería _____ sirenas _____ instrumentos e indicadores del salpicadero _____ radio _____ radio portátil _____ bocinas de aire _____ sistemas de megafonía _____ bocina eléctrica _____ bocina auxiliar _____ funcionamiento del limpiaparabrisas _____ escobillas del limpiaparabrisas _____ lavaparabrisas _____ anticongelante del lavaparabrisas _____ limpieza de la cabina _____ limpieza de los cristales _____

LUCES

Tablero de la bomba _____ frontales _____ traseras _____ freno _____ intermitentes _____ marcha atrás _____ advertencia de peligro _____ indicador lateral _____ foco de mano _____ gálibo _____ recogida de manguera _____ compartimento _____ linternas _____ todas las luces de advertencia de emergencia _____ emisor _____ luces halógenas de extensión _____

BATERÍAS: terminales _____ niveles de líquido _____ limpieza _____

CARROCERÍA

Aspecto _____ daños en la carrocería _____ enchufes eléctricos _____ bajos _____ interiores y puertas del compartimento _____

BASTIDOR

Neumáticos presión del neumático

delantero izquierdo _____ exterior izquierdo doble _____ interior izquierdo doble _____

delantero derecho _____ exterior derecho doble _____ interior derecho doble _____

Compruebe si los neumáticos presentan cortes y desperfectos _____ sistema de escape _____

BOMBAS

Accione todas las válvulas de drenaje _____ cebador _____ estado de la cisterna nodriza y nivel del agua _____

accione manualmente todos los controles _____ acelerador _____ toma _____ descarga _____

haga que fluya agua por la bomba _____ regulador de la presión _____ válvula de refrigeración _____

SISTEMA INDUCTOR DE ESPUMA

LED del panel del sistema Hale Foam Pro _____ funcionamiento de la palanca del depósito de A-B _____
tipo de espuma en A: _____ tipo de espuma en B: _____
Nivel del depósito A: _____ lleno _____ 75% _____ 50% _____ 25% _____ vacío
Nivel del depósito B: _____ lleno _____ 75% _____ 50% _____ 25% _____ vacío

EXTINTORES:

Fijados de modo adecuado en las abrazaderas montantes _____ polvo químico seco _____ CO₂ _____ H₂O _____

EQUIPO DE SUPRESIÓN

Ventilador: funcionamiento del ventilador mecánico _____ limpieza _____ nivel de aceite _____

Cuerdas: cantidad de bolsas _____ estado _____

Coberturas de salvamento: cantidad de coberturas _____ cantidad de protectores para suelo _____ estado _____

Herramientas de mano: cantidad de hachas _____ estado de las hachas _____

cantidad de pértigas con gancho _____ estado de las pértigas _____

cantidad de llaves para hidrante _____ todas las herramientas de mano en un lugar adecuado _____

Bolsa para hidrante: contenido: llaves para mangueras, llaves, adaptadores de doble macho, otros adaptadores _____

MANGUERAS Y ACCESORIOS

Líneas de abastecimiento: metros (pies) de manguera de 125 mm (5 pulgadas) _____

metros (pies) de manguera de 65 mm (2,5 pulgadas) _____ estado del acomodo _____

fardo para edificios altos (reductor, llave para mangueras, boquilla) _____ metros (pies) de manguera de 38 mm (1,5 pulgadas) _____

Preconexiones: estado del acomodo para tendido hacia el incendio _____ metros (pies) de manguera de 45 mm (1,75 pulgadas) _____

boquilla del acomodo cruzado para tendido hacia el incendio _____

Estado del acomodo cruzado para tendido hacia el hidrante _____

metros (pies) de manguera de 45 mm (1,75 pulgadas) _____

boquilla del acomodo cruzado para tendido hacia el hidrante _____

Estado de la conexión de 38 mm (1,5 pulgadas) del parachoques delantero _____

metros (pies) de manguera de 38 mm (1,5 pulgadas) _____ boquilla de 38 mm (1,5 pulgadas) _____

Estado de la conexión trasera inferior de 38 mm (1,5 pulgadas) _____

metros (pies) de manguera de 38 mm (1,5 pulgadas) _____ boquilla de 38 mm (1,5 pulgadas) _____

Estado de la conexión trasera superior de 45 mm (1,75 pulgadas) _____

metros (pies) de manguera de 45 mm (1,75 pulgadas) _____ boquilla de 45 mm (1,75 pulgadas) _____

Estado de la conexión trasera de 65 mm (2,5 pulgadas) _____

metros (pies) de manguera de 65 mm (2,5 pulgadas) _____ boquilla de 65 mm (2,5 pulgadas) _____

Carrete de manguera _____ boquilla de la manguera del carrete _____

Boquillas: cantidad de boquillas nebulizadoras de 65 mm (2,5 pulgadas) _____

de boquillas nebulizadoras de 38 mm (1,5 pulgadas) _____ de boquillas de 45 mm (1,75 pulgadas) _____

Cantidad de boquillas de chorro recto de 65 mm (2,5 pulgadas) _____ cantidad de puntas _____

boquilla de interior _____ estado de la tubería para la torre _____

Accesorios: cantidad de abrazaderas para mangueras _____

funcionamiento y ubicación de las abrazaderas para mangueras _____ cantidad de coples "Y" _____

cantidad de siamesas _____ cantidad de adaptadores de doble macho _____

cantidad de adaptadores doble hembra _____ estado de los accesorios _____

ESCALAS

Estado de la escala _____ cortes y muescas _____ cables _____ fijación correcta _____

escala de ático de 3 m (10 pies) _____ escala de ganchos de 4,30 m (14 pies) _____

escala de extensión de 7,30 m (24 pies) _____

Gentileza del cuerpo de bomberos de Ames, Iowa (EE.UU.)

OBSERVACIONES: (detalle el procedimiento realizado para reparar los aspectos desfavorables de la inspección señalados en la hoja opuesta)

Fecha de inspección:	Fecha de reparación:	Comentarios:	Reparaciones realizadas - Por: Fecha:	

Impreso en EE.UU.
Impreso n°. C10:007



... a subsidiary of the Gibraltar Insurance Group

Información sobre el aceite del motor y el filtro de aceite

Fecha	Meses o km (millas)	Litros (cuartos EE.UU.) de aceite	Filtro	Observaciones

Información sobre la lubricación

Fecha	Observaciones	Fecha	Observaciones

Impreso en EE.UU.

C10:005

Tarjeta de registro sobre el mantenimiento de los vehículos de emergencia

Descripción del vehículo _____ N°. de serie del fabricante _____

Año del modelo _____ Matrícula n°. _____

Información sobre los neumáticos

Marca	Garantía (duración esperada)	Fecha de instalación	Cuentakilómetros

Información sobre la batería



Comprobación de seguridad para el conductor del vehículo de emergencia

Fecha _____ Lectura del cuentakilómetros _____ N.º de unidad _____
 Inspección anterior al trayecto Inspección posterior al trayecto

Sólo las piezas marcadas requieren atención

- Indicadores: amperímetro, presión de aceite, combustible, temperatura del agua, presión de aire o vacío.
- Limpiaparabrisas
- Parabrisas y ventanillas
- Calefacción y luna térmica
- Retrovisores
- Frenos (de servicio y de mano)
- Ruidos del motor
- Bocinas y sirenas
- Dirección
- Carrocería del vehículo
- Ruedas, neumáticos y tornillos
- Depósito de combustible y tapón
- Escapes: agua, combustible y aceite
- Luces delanteras
- Luces traseras
- Luces de freno
- Intermitentes y luces de emergencia giratorias
- Reflectores
- Equipo para la emergencia
- Otros (si corresponde)
- Luces de gálbo
- Luces de advertencia de la emergencia
- Luces indicadoras laterales
- Manguitos de los frenos
- Cierres de la puerta del compartimento
- Eliminar la humedad de los depósitos de aire
- Sistemas de aire
- Equipo montado

Observaciones (describa los problemas de las piezas marcadas anteriormente)

Firma del conductor _____

Este apartado debe rellenarlo el garaje mecánico

Informe del mecánico (si existe alguna avería)

Firma del responsable o mecánico _____ Fecha _____

(Utilice el dorso del impreso para añadir observaciones.)

Impreso n.º. C10:006



Comprobación de seguridad para el conductor del vehículo de emergencia

Fecha _____ Lectura del cuentakilómetros _____ N.º de unidad _____
 Inspección anterior al trayecto Inspección posterior al trayecto

Sólo las piezas marcadas requieren atención

- Indicadores: amperímetro, presión de aceite, combustible, temperatura del agua, presión de aire o vacío.
- Limpiaparabrisas
- Parabrisas y ventanillas
- Calefacción y luna térmica
- Retrovisores
- Frenos (de servicio y de mano)
- Ruidos del motor
- Bocinas y sirenas
- Dirección
- Carrocería del vehículo
- Ruedas, neumáticos y tornillos
- Depósito de combustible y tapón
- Escapes: agua, combustible y aceite
- Luces delanteras
- Luces traseras
- Luces de freno
- Intermitentes y luces de emergencia giratorias
- Reflectores
- Equipo para la emergencia
- Otros (si corresponde)
- Luces de gálbo
- Luces de advertencia de la emergencia
- Luces indicadoras laterales
- Manguitos de los frenos
- Cierres de la puerta del compartimento
- Eliminar la humedad de los depósitos de aire
- Sistemas de aire
- Equipo montado

Observaciones (describa los problemas de las piezas marcadas anteriormente)

Firma del conductor _____

Este apartado debe rellenarlo el garaje mecánico

Informe del mecánico (si existe alguna avería)

Firma del responsable o mecánico _____ Fecha _____

(Utilice el dorso del impreso para añadir observaciones.)

Impreso n.º. C10:006

COMPROBACIÓN DIARIA DEL VEHÍCULO Y DEL EQUIPO

UNIDAD N°.	N°.	Tipo:	Mes::																													
EQUIPO	FECHA:																															
A. VEHÍCULO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1. Aceite del cárter del motor																																
2. Radiador																																
3. Manguitos, radiador																																
4. Correas del ventilador																																
5. Aceite del cebador																																
6. Depósito de grasa del bastidor																																
7. Cinturones de seguridad																																
8. Dirección																																
9. Retrovisores																																
10. Frenos																																
11. Luces y señales de advertencia																																
12. Indicadores del salpicadero																																
13. Combustible																																
14. Limpiaparabrisas y lavaparabrisas																																
15. Luna térmica del parabrisas																																
16. Radios																																
17. Sirenas																																
18. Bocinas eléctricas y de aire																																
19. Neumáticos y ruedas																																
20. Panel de la bomba																																
21. Depósito de agua																																
22. Carrete de la manguera																																
23. Generador portátil																																
24. Todos los vehículos																																
B. INVENTARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1. Documentos y prismáticos																																
2. Aparatos de respiración autónoma y aparatos respiratorio de suministro de aire																																
3. Aparatos de respiración autónoma y aparatos respiratorio de suministro de aire de repuesto																																
4. Dispositivos de seguridad de alerta personal																																
5. Botellas de oxígeno																																
6. Extintores portátiles																																
7. Fardo para edificios altos																																
8. Cuerdas																																
9. Herramientas de entrada forzada																																
10. Herramientas para mangueras																																
11. Accesorios y boquillas para mangueras																																
12. Espuma y equipo de aplicación																																
13. Conos y señales luminosas de tráfico																																
14. Equipo de salvamento																																
15. Luces portátiles																																
16. Gasolina de reserva																																
17. Cables, adaptadores y ventiladores eléctricos																																
18. Acomodos de mangueras																																
19. Cadenas de engranajes																																
20. Equipo de apoyo vital básico																																
21. Escalas																																
22. Chalecos salvavidas																																
23. Bolsa para materiales peligrosos																																
24. Caja de herramientas																																
25. Protección auricular																																
C. DISPOSITIVOS Y EQUIPO ESPECIALES																																
1. Dispositivos elevadizos																																
2. Vehículos forestales																																
3. Vehículos de actuaciones especiales																																
INSPECCIONADO POR:																																

(✓) Aceptado (x) Discrepancia (O) Imposible de comprobar (M) Falta

Gentileza del cuerpo de bomberos de Virginia Beach, Virginia (EE.UU.)

COMPROBACIONES SIGUIENTES DEL VEHÍCULO Y DEL EQUIPO

UNIDAD Nº.	TIPO						AÑO					
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TRIMESTRAL:												
1. Lubrique los empalmes con grasa												
SEMESTRAL:	KM (MILLAS)/FECHA DE CUMPLIMENTACIÓN						OBSERVACIONES					
1. Aceite del motor												
2. Filtros de aceite del motor												
3. Aceite del generador auxiliar												
4. Filtros de combustible												
5. Vehículos de escala												
6. Tubo de drenaje del colector de barrido												
7. Limpiar y encerar												
8. Filtros de aire												
9. Generador auxiliar												
10. Gasolina de reserva												
11. Cadenas de engranajes												
12. Cambio de aceite de la bomba del vehículo forestal												
ANUAL:	KM (MILLAS)/FECHA DE CUMPLIMENTACIÓN						OBSERVACIONES					
1. Aceite y filtro de la transmisión												
2. Vehículos de escala												
3. Varios												
4. Transmisión de la bomba												
(✓) Aceptado (x) Discrepancia (O) Imposible de comprobar (M) Falta												

Gentileza del cuerpo de bomberos de Virginia Beach, Virginia (EE.UU.)

Método para probar dispositivos

Los procedimientos que se describen a continuación pueden utilizarse para determinar la pérdida real de presión por fricción que se produce en controles y torres portátiles.

Controles portátiles

Elementos necesarios:

- Dos líneas de 15 m (50 pies) de manguera de 65 mm (2,5 pulgadas) o de diámetro superior
- Una boquilla de chorro directo capaz de descargar flujos dentro de las posibilidades del dispositivo que se prueba
- Un tubo de Pitot

Según las fórmulas incluidas en el texto, la ecuación más sencilla que puede utilizarse es la siguiente:

$$PDP = NP + FL + AL + EL :$$

donde:

- PDP = Presión de descarga de la bomba
- NP = Presión de la boquilla
- FL = Pérdida de presión por fricción
- AL = Pérdida de presión del dispositivo
- EL = Pérdida de presión por altura

Para determinar una sola variable en la ecuación anterior, cuantas más variables se eliminen, mejor; lo que puede conseguirse haciendo que las variables que puedan cambiar sean las mismas en cada prueba. De este modo, puede aislar la variable específica que desea obtener, que en este caso es la pérdida de presión del dispositivo (AL). Por tanto, para determinar la pérdida de presión del dispositivo, deberá eliminar todas las variables siguientes:

- Elimine la pérdida de presión por fricción (FL) utilizando los mismos flujos y las mismas longitudes de manguera para todas las pruebas.
- Elimine la pérdida de presión por altura (EL) realizando la prueba en un terreno llano.

Tabla B.1 (sistema anglosajón)
Cómo determinar el tamaño de la boquilla y la presión de descarga

Flujo de prueba deseado	Tamaño de boquilla requerido	Presión de descarga requerida
340 gpm	1,125 pulgadas	80 lb/pulg ²
500 gpm	1,375 pulgadas	80 lb/pulg ²
750 gpm	1,75 pulgadas	70 lb/pulg ²
1.000 gpm	2 pulgadas	72 lb/pulg ²

Tabla B.1 (sistema métrico)
Cómo determinar el tamaño de la boquilla y la presión de descarga

Flujo de prueba deseado	Tamaño de boquilla requerido	Presión de descarga requerida
1.350 L/min	32 mm	410 kPa
2.000 L/min	35 mm	620 kPa
3.000 L/min	45 mm	520 kPa
4.000 L/min	50 mm	550 kPa

- Elimine la presión de la boquilla (NP) tomando lecturas del tubo de Pitot en la boquilla y variando la presión de descarga de la bomba para mantener una presión de boquilla constante (y por tanto un flujo constante).

De este modo, se reduce la ecuación, por lo que ahora un cambio en el sistema (añadiendo el dispositivo) tendrá un efecto directo sobre la presión de descarga de la bomba.

Se tienden dos líneas de 65 mm (2,5 pulgadas) o de diámetro superior. Utilizando los adaptadores adecuados, se fija de forma segura una boquilla directamente en el extremo de la manguera, según sea necesario. El tamaño de la boquilla depende de la cantidad de flujo que se prueba (véase la tabla B.1).

Cuando el equipo esté tendido y conectado, el agua empezará a fluir y la presión de descarga de la bomba aumentará hasta que la presión de boquilla deseada alcance la presión deseada (flujo objetivo). Anote la presión de descarga de la bomba necesaria para alcanzar dicho flujo. Se denominará presión PDP_a .

Cierre el flujo y sitúe el dispositivo de control móvil entre la boquilla y el último cople o coples. Una vez conectado, deje que el agua vuelva a fluir y aumente la presión de descarga de la bomba hasta que la presión de boquilla (y por tanto el flujo) sea la misma que en el paso anterior. Anote la presión de descarga de la bomba que se necesita. Se denominará presión PDP_b . Debe ser superior a la de la primera prueba. Para determinar la cantidad de presión perdida por la fricción provocada por el control, utilice la siguiente ecuación:

$$PDP_b - PDP_a = AL$$

De este modo, se puede saber qué cantidad de presión se perderá a causa de la fricción provocada por el dispositivo si se utiliza el flujo específico de la prueba.

Ejemplo B.1

Determine la pérdida de presión por fricción en un dispositivo en un control móvil abastecido por una manguera de 77 mm (3 pulgadas) a un flujo de 2.000 L/min (500 gpm).

Solución

Para un flujo de 2.000 L/min (500 gpm), coloque una punta de 35 mm (1,375 pulgadas) en la línea de mangueras. Cuando la presión de Pitot alcance 560 kPa (80 lb/pulg²), la presión de descarga de la bomba resultante es de 714 kPa (102 lb/pulg²). Ésta es la PDP_a .

A continuación, coloque el control móvil que hay que probar. Aumente la presión de descarga de la bomba hasta que la presión de la boquilla sea de 560 kPa (80 lb/pulg²). La nueva presión de descarga de la bomba es de 896 kPa (128 lb/pulg²). Ésta es la PDP_b . La pérdida de presión por fricción del control es la siguiente:

$$\begin{aligned} PDP_b - PDP_a &= AL \\ 128 - 102 &= 26 \text{ lb/pulg}^2 \\ 896 - 714 &= 182 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Puesto que no es necesario determinar la pérdida exacta de presión por fricción en la manguera, puede utilizarse cualquier tendido o cantidad de mangueras para suministrar el flujo necesario. Lo importante es que la cantidad de mangueras y los tamaños utilizados sean los mismos para ambas pruebas.

Torres

Para calcular las pérdidas a través de las torres (o los controles móviles montados en un vehículo), así como las pérdidas de presión entre la torre y la bomba, hay que utilizar otro elemento. Entre la boquilla de salida y la torre, se coloca un piezómetro de pared para leer la presión. Aumente la presión hasta alcanzar el flujo deseado (según lo indique la presión de Pitot tomada en la boquilla). La pérdida de presión entre la bomba y la salida de la torre viene indicada por la diferencia entre la presión del piezómetro de pared colocado en la salida y la del manómetro compuesto de presión del panel de la bomba. Observe que esta diferencia de presión sólo se da con ese flujo específico. Si se utilizan otros flujos, hay que determinar otros valores.

Cálculos para la pérdida de presión por fricción de la IFSTA (sistema anglosajón)

Las siguientes tablas en galones imperiales pueden utilizarse para identificar la pérdida por fricción para unos determinados flujos en galones imperiales por minuto. Los coeficientes utilizados (factor C) para determinar la pérdida de presión por fricción en flujos establecidos en galones estadounidenses por minuto no pueden utilizarse para calcular la pérdida de presión por fricción en flujos establecidos en galones imperiales por minuto.

Tabla C.1 Manguera de caucho de 0,75 pulgadas Factor C: 1.100					
Flujo en gpm					
Galones estadounidenses	20	30	40	50	60
Galones imperiales	17	25	33	42	50
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg ²				
50	22	50	88	138	198
100	44	99	176		
150	66	149			
200	88	198			
250	110				
300	132				
350	154				
400	176				

Tabla C.2 Manguera de caucho de 1 pulgada Factor C: 150					
Flujo en gpm					
Galones estadounidenses	20	30	40	50	60
Galones imperiales	17	25	33	42	50
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg ²				
50	3	7	12	19	27
100	6	14	24	38	54
150	9	20	36	56	81
200	12	27	48	75	108
250	15	34	60	94	135
300	18	41	72	113	162
350	21	47	84	131	189
400	24	54	96	150	

Tabla C.3 Manguera de caucho de 1,5 pulgadas Factor C: 24						
Flujo en gpm						
Galones estadounidenses	40	60	80	95	125	150
Galones imperiales	33	50	67	79	104	125
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg ²					
50	2	4	8	11	19	27
100	4	9	15	22	38	54
150	6	13	23	32	56	81
200	8	17	31	43	75	108
250	10	22	38	54	94	135
300	12	26	46	65	113	162
350	13	30	54	76	131	189
400	15	35	61	87	150	216
450	17	39	69	97	169	
500	19	43	77	108	188	

Tabla C.4
Manguera de caucho de 1,75 pulgadas
Factor C: 15,5

Flujo en gpm					
Galones estadounidenses	95	125	150	175	200
Galones imperiales	79	104	125	146	167
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg ²				
50	7	12	17	24	31
100	14	24	35	47	62
150	21	36	52	71	93
200	28	48	70	95	124
250	35	61	87	119	155
300	42	73	105	142	186
350	49	85	122	166	
400	56	97	140	190	
450	63	109	157		
500	70	121	174		

Tabla C.5
Manguera de caucho de 2 pulgadas
Factor C: 8

Flujo en gpm					
Galones estadounidenses	100	125	150	175	200
Galones imperiales	83	104	125	146	167
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg ²				
50	4	6	9	12	16
100	8	13	18	25	32
150	12	19	27	37	48
200	16	25	36	49	64
250	20	31	45	61	80
300	24	38	54	74	96
350	28	44	63	86	112
400	32	50	72	98	128
450	36	56	81	110	144
500	40	63	90	123	160

Tabla C.6
Manguera de 2,5 pulgadas
Factor C: 2

Flujo en gpm							
Galones estadounidenses	175	200	225	250	275	300	350
Galones imperiales	146	167	187	208	229	250	292
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg ²						
50	3	4	5	6	8	9	12
100	6	8	10	13	15	18	25
150	9	12	15	19	23	27	37
200	12	16	20	25	30	36	49
250	15	20	25	31	38	45	61
300	18	24	30	38	45	54	74
350	21	28	35	44	53	63	86
400	25	32	41	50	61	72	98
450	28	36	46	56	68	81	110
500	31	40	51	63	76	90	123
550	34	44	56	69	83	99	135
600	37	48	61	75	91	108	147
650	40	52	66	81	98	117	159
700	43	56	71	88	106	126	172
750	46	60	76	94	113	135	184
800	49	64	81	100	121	144	196
850	52	68	86	106	129	153	208
900	55	72	91	113	136	162	221
950	58	76	96	119	144	171	233
1,000	61	80	101	125	151	180	245
1,050	64	84	106	131	159	189	
1,100	67	88	111	138	166	198	
1,150	70	92	116	144	174	207	
1,200	74	96	122	150	182	216	
1,250	77	100	127	156	189	225	
1,300	80	104	132	163	197	234	
1,350	83	108	137	169	204	243	
1,400	86	112	142	175	212		
1,450	89	116	147	181	219		
1,500	92	120	152	188	227		
1,550	95	124	157	194	234		
1,600	98	128	162	200	242		
1,650	101	132	167	206	250		
1,700	104	136	172	213			
1,750	107	140	177	219			
1,800	110	144	182	225			
1,850	113	148	187	231			
1,900	116	152	192	238			
1,950	119	156	197	244			
2,000	123	160	203	250			

Tabla C.7
Manguera de 3 pulgadas
Factor C: 0,8

Flujo en gpm						
Galones estadounidenses	250	325	500	750	1.000	1.250
Galones imperiales	208	271	417	625	833	1.041
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg²					
50	3	4	10	23	40	63
100	5	8	20	45	80	125
150	8	13	30	68	120	188
200	10	17	40	90	160	250
250	13	21	50	113	200	
300	15	25	60	135	240	
350	18	30	70	158		
400	20	34	80	180		
450	23	38	90	203		
500	25	42	100	225		
550	28	46	110	248		
600	30	51	120			
650	33	55	130			
700	35	59	140			
750	38	63	150			
800	40	68	160			
850	43	72	170			
900	45	76	180			
950	48	80	190			
1,000	50	85	200			
1,050	53	89	210			
1,100	55	93	220			
1,150	58	97	230			
1,200	60	101	240			
1,250	63	106	250			
1,300	65	110				
1,350	68	114				
1,400	70	118				
1,450	73	123				
1,500	75	127				
1,550	78	131				
1,600	80	135				
1,650	83	139				
1,700	85	144				
1,750	88	148				
1,800	90	152				
1,850	93	156				
1,900	95	161				
1,950	98	165				
2,000	100	169				

Tabla C.8
Manguera de 3 pulgadas con coples de 3 pulgadas
Factor C: 0,667

Flujo en gpm					
Galones estadounidenses	250	350	500	750	1.000
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg²				
50	2	4	8	19	34
100	4	8	17	38	68
150	6	12	25	57	102
200	8	17	34	76	135
250	11	21	42	95	169
300	13	25	51	114	
350	15	29	59	133	
400	17	33	68	152	
450	19	37	76	171	
500	21	41	85		
550	23	46	93		
600	25	50	102		
650	28	54	110		
700	30	58	118		
750	32	62	127		
800	34	66	135		
850	36	70	144		
900	38	75	152		
950	40	79	161		
1,000	42	83	169		
1,050	44	87	178		
1,100	47	91	186		
1,150	49	95			
1,200	51	100			
1,250	53	104			
1,300	55	108			
1,350	57	112			
1,400	59	116			
1,450	61	120			
1,500	63	124			
1,550	66	129			
1,600	68	133			
1,650	70	137			
1,700	72	141			
1,750	74				
1,800	76				
1,850	78				
1,900	80				
1,950	83				
2,000	85				

Tabla C.9
Manguera de 4 pulgadas
Factor C: 0,2

Flujo en gpm						
Galones estadounidenses	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750
Galones imperiales	417	625	833	1.041	1.250	1.458
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg²					
50	3	6	10	16	23	31
100	5	11	20	31	45	61
150	8	17	30	47	68	92
200	10	23	40	63	90	123
250	13	28	50	78	113	153
300	15	34	60	94	135	184
350	18	39	70	109	158	
400	20	45	80	125	180	
450	23	51	90	141		
500	25	56	100	156		
550	28	62	110	172		
600	30	68	120			
650	33	73	130			
700	35	79	140			
750	38	84	150			
800	40	90	160			
850	43	96	170			
900	45	101	180			
950	48	107				
1,000	50	113				
1,050	53	118				
1,100	55	124				
1,150	58	129				
1,200	60	135				
1,250	63	141				
1,300	65	146				
1,350	68	152				
1,400	70	158				
1,450	73	163				
1,500	75	169				
1,550	78	174				
1,600	80	180				
1,650	83					
1,700	85					
1,750	88					
1,800	90					
1,850	93					
1,900	95					
1,950	98					
2,000	100					

Tabla C.10
Manguera de 4,5 pulgadas
Factor C: 0,1

Flujo en gpm						
Galones estadounidenses	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750
Galones imperiales	417	625	833	1.041	1.250	1.458
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg²					
50	1	3	5	8	11	15
100	3	6	10	16	23	31
150	4	8	15	23	34	46
200	5	11	20	31	45	61
250	6	14	25	39	56	77
300	8	17	30	47	68	92
350	9	20	35	55	79	107
400	10	23	40	63	90	123
450	11	25	45	70	101	138
500	13	28	50	78	113	153
550	14	31	55	86	124	168
600	15	34	60	94	135	184
650	16	37	65	102	146	
700	18	39	70	109	158	
750	19	42	75	117	169	
800	20	45	80	125	180	
850	21	48	85	133		
900	23	51	90	141		
950	24	53	95	148		
1,000	25	56	100	156		
1,050	26	59	105	164		
1,100	28	62	110	172		
1,150	29	65	115	180		
1,200	30	68	120			
1,250	31	70	125			
1,300	33	73	130			
1,350	34	76	135			
1,400	35	79	140			
1,450	36	82	145			
1,500	38	84	150			
1,550	39	87	155			
1,600	40	90	160			
1,650	41	93	165			
1,700	43	96	170			
1,750	44	98	175			
1,800	45	101	180			
1,850	46	104	185			
1,900	48	107				
1,950	49	110				
2,000	50	113				

Tabla C.11
Manguera de 5 pulgadas
Factor C: 0,2

Flujo en gpm						
Galones estadounidenses	750	1.000	1.250	1.500	1.750	2.000
Galones imperiales	625	833	1.041	1.250	1.458	1.666
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg²					
50	2	4	6	9	12	16
100	5	8	13	18	25	32
150	7	12	19	27	37	48
200	9	16	25	36	49	64
250	11	20	31	45	61	80
300	14	24	38	54	74	96
350	16	28	44	63	86	112
400	18	32	50	72	98	128
450	20	36	56	81	110	144
500	23	40	63	90	123	160
550	25	44	69	99	135	176
600	27	48	75	108	147	192
650	29	52	81	117	159	208
700	32	56	88	126	172	224
750	34	60	94	135	184	240
800	36	64	100	144	196	
850	38	68	106	153	208	
900	41	72	113	162	221	
950	43	76	119	171	233	
1,000	45	80	125	180	245	
1,050	47	84	131	189		
1,100	50	88	138	198		
1,150	52	92	144	207		
1,200	54	96	150	216		
1,250	56	100	156	225		
1,300	59	104	163	234		
1,350	61	108	169	243		
1,400	63	112	175	252		
1,450	65	116	181	261		
1,500	68	120	188			
1,550	70	124	194			
1,600	72	128	200			
1,650	74	132	206			
1,700	77	136	213			
1,750	79	140	219			
1,800	81	144	225			
1,850	83	148	231			
1,900	86	152	238			
1,950	88	156	244			
2,000	90	160	250			

Tabla C.12
2 mangueras de 2,5 pulgadas
Factor C: 0,5

Flujo en gpm						
Galones estadounidenses	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750
Galones imperiales	417	625	833	1.041	1.250	1.458
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg²					
50	6	14	25	39	56	77
100	13	28	50	78	113	153
150	19	42	75	117	169	230
200	25	56	100	156	225	
250	31	70	125	195		
300	38	84	150	234		
350	44	98	175			
400	50	113	200			
450	56	127	225			
500	63	141	250			
550	69	155				
600	75	169				
650	81	183				
700	88	197				
750	94	211				
800	100	225				
850	106	239				
900	113					
950	119					
1,000	125					
1,050	131					
1,100	138					
1,150	144					
1,200	150					
1,250	156					
1,300	163					
1,350	169					
1,400	175					
1,450	181					
1,500	188					
1,550	194					
1,600	200					
1,650	206					
1,700	213					
1,750	219					
1,800	225					
1,850	231					
1,900	238					
1,950	244					
2,000	250					

Tabla C.13
3 mangueras de 2,5 pulgadas
Factor C: 0,22

Flujo en gpm						
Galones estadounidenses	250	500	750	1.000	1.250	1.500
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg²					
50	1	3	6	11	17	25
100	1	6	12	22	34	50
150	2	8	19	33	52	74
200	3	11	25	44	69	99
250	3	14	31	55	86	124
300	4	17	37	66	103	149
350	5	19	43	77	120	173
400	6	22	50	88	138	198
450	6	25	56	99	155	
500	7	28	62	110	172	
550	8	30	68	121	189	
600	8	33	74	132		
650	9	36	80	143		
700	10	39	87	154		
750	10	41	93	165		
800	11	44	99	176		
850	12	47	105	187		
900	12	50	111	198		
950	13	52	118			
1,000	14	55	124			
1,050	14	58	130			
1,100	15	61	136			
1,150	16	63	142			
1,200	17	66	149			
1,250	17	69	155			
1,300	18	72	161			
1,350	19	74	167			
1,400	19	77	173			
1,450	20	80	179			
1,500	21	83	186			
1,550	21	85	192			
1,600	22	88	198			
1,650	23	91				
1,700	23	94				
1,750	24	96				
1,800	25	99				
1,850	25	102				
1,900	26	105				
1,950	27	107				
2,000	28	110				

Tabla C.14
Una manguera de 3 pulgadas y una manguera de 2,5
Factor C: 0,3

Flujo en gpm						
Galones estadounidenses	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750
Galones imperiales	417	625	833	1.041	1.250	1.458
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg²					
50	4	8	15	23	34	46
100	8	17	30	47	68	92
150	11	25	45	70	101	138
200	15	34	60	94	135	184
250	19	42	75	117	169	
300	23	51	90	141	203	
350	26	59	105	164		
400	30	68	120	188		
450	34	76	135			
500	38	84	150			
550	41	93	165			
600	45	101	180			
650	49	110	195			
700	53	118				
750	56	127				
800	60	135				
850	64	143				
900	68	152				
950	71	160				
1,000	75	169				
1,050	79	177				
1,100	83	186				
1,150	86	194				
1,200	90	203				
1,250	94					
1,300	98					
1,350	101					
1,400	105					
1,450	109					
1,500	113					
1,550	116					
1,600	120					
1,650	124					
1,700	128					
1,750	131					
1,800	135					
1,850	139					
1,900	143					
1,950	146					
2,000	150					

Tabla C.15
Dos mangueras de 2,5 pulgadas y una manguera de 3
Factor C: 0,16

Flujo en gpm						
Galones estadounidenses	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg ²					
50	2	5	8	13	18	25
100	4	9	16	25	36	49
150	6	14	24	38	54	74
200	8	18	32	50	72	98
250	10	23	40	63	90	123
300	12	27	48	75	108	147
350	14	32	56	88	126	172
400	16	36	64	100	144	196
450	18	41	72	113	162	
500	20	45	80	125	180	
550	22	50	88	138	198	
600	24	54	96	150		
650	26	59	104	163		
700	28	63	112	175		
750	30	68	120	188		
800	32	72	128	200		
850	34	77	136			
900	36	81	144			
950	38	86	152			
1,000	40	90	160			
1,050	42	95	168			
1,100	44	99	176			
1,150	46	104	184			
1,200	48	108	192			
1,250	50	113	200			
1,300	52	117				
1,350	54	122				
1,400	56	126				
1,450	58	131				
1,500	60	135				
1,550	62	140				
1,600	64	144				
1,650	66	149				
1,700	68	153				
1,750	70	158				
1,800	72	162				
1,850	74	167				
1,900	76	171				
1,950	78	176				
2,000	80	180				

Tabla C.16
Dos mangueras de 3 pulgadas
Factor C: 0,2

Flujo en gpm						
Galones estadounidenses	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750
Galones imperiales	417	625	833	1.041	1.250	1.458
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg ²					
50	3	6	10	16	23	31
100	5	11	20	31	45	61
150	8	17	30	47	68	92
200	10	23	40	63	90	123
250	13	28	50	78	113	153
300	15	34	60	94	135	184
350	18	39	70	109	158	
400	20	45	80	125	180	
450	23	51	90	141		
500	25	56	100	156		
550	28	62	110	172		
600	30	68	120	188		
650	33	73	130	203		
700	35	79	140			
750	38	84	150			
800	40	90	160			
850	43	96	170			
900	45	101	180			
950	48	107	190			
1,000	50	113	200			
1,050	53	118				
1,100	55	124				
1,150	58	129				
1,200	60	135				
1,250	63	141				
1,300	65	146				
1,350	68	152				
1,400	70	158				
1,450	73	163				
1,500	75	169				
1,550	78	174				
1,600	80	180				
1,650	83	186				
1,700	85	191				
1,750	88	197				
1,800	90	203				
1,850	93					
1,900	95					
1,950	98					
2,000	100					

Tabla C.17
Dos mangueras de 3 pulgadas y una manguera de 2,5 pulgadas
Factor C: 0,12

Flujo en gpm						
Galones estadounidenses	500	750	1.000	1.250	1.500	1.750
Longitud del tendido en pies	Pérdida de presión por fricción en lb/pulg²					
50	2	3	6	9	14	18
100	3	7	12	19	27	37
150	5	10	18	28	41	55
200	6	14	24	38	54	74
250	8	17	30	47	68	92
300	9	20	36	56	81	110
350	11	24	42	66	95	129
400	12	27	48	75	108	147
450	14	30	54	84	122	
500	15	34	60	94	135	
550	17	37	66	103	149	
600	18	41	72	113		
650	20	44	78	122		
700	21	47	84	131		
750	23	51	90	141		
800	24	54	96	150		
850	26	57	102			
900	27	61	108			
950	29	64	114			
1,000	30	68	120			
1,050	32	71	126			
1,100	33	74	132			
1,150	35	78	138			
1,200	36	81	144			
1,250	38	84	150			
1,300	39	88				
1,350	41	91				
1,400	42	95				
1,450	44	98				
1,500	45	101				
1,550	47	105				
1,600	48	108				
1,650	50	111				
1,700	51	115				
1,750	53	118				
1,800	54	122				
1,850	56	125				
1,900	57	128				
1,950	59	132				
2,000	60	135				

Cálculos para la pérdida de presión por fricción de la IFSTA (sistema métrico)

Tabla D.1
Manguera de caucho de 20 mm
Factor C: 1.741

Flujo en L/min		80	120	160	200	240
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15		167	376	669	1 045	1 504
30		334	752	1 337		
45		501	1 128			
60		669	1 504			
75		836				
90		1 003				
105		1 170				
120		1 337				

Tabla D.2
Manguera de caucho de 25 mm
Factor C: 238

Flujo en L/min		80	120	160	200	240
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15		23	51	91	143	206
30		46	103	183	286	411
45		69	154	274	428	617
60		91	206	366	571	823
75		114	257	457	714	1 028
90		137	308	548	857	1 234
105		160	360	640	1 000	1 439
120		183	411	731	1 142	1 645

Tabla D.3
Manguera de 38 mm
Factor C: 38

Flujo en L/min		240	320	400	500	600
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15		33	58	91	143	205
30		66	117	182	285	410
45		98	175	274	428	616
60		131	233	365	570	821
75		164	292	456	713	1 026
90		197	350	547	855	1 231
105		230	409	638	998	
120		263	467	730	1 140	
135		295	525	821		
150		328	584	912		

Tabla D.4
Manguera de 45 mm
Factor C: 24,6

Flujo en L/min		380	500	600	700	800
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15		53	92	133	181	236
30		107	185	266	362	472
45		160	277	399	542	708
60		213	369	531	723	945
75		266	461	664	904	1 181
90		320	554	797	1 085	1 417
105		373	646	930	1 266	1 653
120		426	738	1 063	1 446	
135		480	830	1 196	1 627	
150		533	923	1 328		

Tabla D.5
Manguera de 50 mm
Factor C: 12,7

Flujo en L/min					
	400	500	600	700	800
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa				
15	30	48	69	93	122
30	61	95	137	187	244
45	91	143	206	280	366
60	122	191	274	373	488
75	152	238	343	467	610
90	183	286	411	560	732
105	213	333	480	653	853
120	244	381	549	747	975
135	274	429	617	840	1 097
150	305	476	686	933	1 219

Tabla D.6
Manguera de 65 mm
Factor C: 3,17

Flujo en L/min							
	700	800	900	1 000	1 100	1 200	1 400
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa						
15	23	30	39	48	58	68	93
30	47	61	77	95	115	137	186
45	70	91	116	143	173	205	280
60	93	122	154	190	230	274	373
75	116	152	193	238	288	342	466
90	140	183	231	285	345	411	559
105	163	213	270	333	403	479	652
120	186	243	308	380	460	548	746
135	210	274	347	428	518	616	839
150	233	304	385	476	575	685	932
165	256	335	424	523	633	753	1,025
180	280	365	432	571	690	822	1,118
195	303	396	501	618	748	890	1,212
210	326	426	539	666	805	959	1,305
225	349	456	578	713	863	1,027	1,398
240	373	487	616	761	921	1,096	1,491
255	396	517	655	808	978	1,164	1,584
270	419	548	693	856	1,036	1,232	1,678
285	443	578	732	903	1,093	1,301	
300	446	609	770	951	1,151	1,369	
315	489	639	809	999	1,208	1,438	
330	513	670	847	1,046	1,266	1,506	
345	536	700	886	1,094	1,323	1,575	
360	559	730	924	1,141	1,381	1,643	
375	582	761	963	1,189	1,438	1,712	
390	606	791	1,001	1,236	1,496		
405	629	822	1,040	1,284	1,553		
420	652	852	1,078	1,331	1,611		
435	676	883	1,117	1,379	1,669		
450	699	913	1,155	1,427			
465	722	943	1,194	1,474			
480	746	974	1,232	1,522			
495	769	1,004	1,271	1,569			
510	792	1,035	1,310	1,617			
525	815	1,065	1,348	1,664			
540	839	1,096	1,387	1,712			
555	862	1,126	1,425				
570	885	1,156	1,464				
585	909	1,187	1,502				
600	932	1,217	1,541				

Tabla D.7
Manguera de 77 mm con coples de 65 mm
Factor C: 1,27

Flujo en L/min						
	1 000	1 200	1 400	2 000	3 000	4 000
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15	19	27	37	76	171	305
30	38	55	75	152	343	610
45	57	82	112	229	514	914
60	76	110	149	305	686	1,219
75	95	137	187	381	857	1,524
90	114	165	224	457	1,029	
105	133	192	261	533	1,200	
120	152	219	299	610	1,372	
135	171	247	336	686	1,543	
150	191	274	373	762	1,715	
165	210	302	411	838		
180	229	329	448	914		
195	248	357	485	991		
210	267	384	523	1,067		
225	286	411	560	1,143		
240	305	439	597	1,219		
255	324	466	635	1,295		
270	343	494	672	1,372		
285	362	521	709	1,448		
300	381	549	747	1,524		
315	400	576	784	1,600		
330	419	604	821	1,676		
345	438	631	859			
360	457	658	896			
375	476	686	933			
390	495	713	971			
405	514	741	1,008			
420	533	768	1,045			
435	552	796	1,083			
450	572	823	1,120			
465	591	850	1,157			
480	610	878	1,195			
495	629	905	1,232			
510	648	933	1,269			
525	667	960	1,307			
540	686	988	1,344			
555	705	1,015	1,382			
570	724	1,042	1,419			
585	743	1,070	1,456			
600	762	1,097	1,494			

Tabla D.8
Manguera de 77 mm con coples de 77 mm
Factor C: 1,06

Flujo en L/min						
	1 000	1 200	1 400	2 000	3 000	4 000
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15	16	23	31	64	143	254
30	32	46	62	127	286	509
45	48	69	93	191	429	763
60	64	92	125	254	572	1,018
75	80	114	156	318	716	1,272
90	95	137	187	382	859	1,526
105	111	160	218	445	1,002	
120	127	183	249	509	1,145	
135	143	206	280	572	1,288	
150	159	229	312	636	1,431	
165	175	252	343	700	1,574	
180	191	275	374	763	1,717	
195	207	298	405	827		
210	223	321	436	890		
225	239	343	467	954		
240	254	366	499	1,018		
255	270	389	530	1,081		
270	286	412	561	1,145		
285	302	435	592	1,208		
300	318	458	623	1,272		
315	334	481	654	1,336		
330	350	504	686	1,399		
345	366	527	717	1,463		
360	382	550	748	1,526		
375	398	572	779	1,590		
390	413	595	810	1,654		
405	429	618	841	1,717		
420	445	641	873			
435	461	664	904			
450	477	687	935			
465	493	710	966			
480	509	733	997			
495	525	756	1,028			
510	541	778	1,060			
525	557	801	1,091			
540	572	824	1,122			
555	588	847	1,153			
570	604	870	1,184			
585	620	893	1,215			
600	636	916	1,247			

Tabla D.9
Manguera de 100 mm
Factor C: 0,305

Flujo en L/min						
	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000	7 000
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15	18	41	73	114	165	224
30	37	82	146	229	329	448
45	55	124	220	343	494	673
60	73	165	293	458	659	897
75	92	206	366	572	824	1,121
90	110	247	439	686	988	
105	128	288	512	801	1,153	
120	146	329	586	915		
135	165	371	659	1,029		
150	183	412	732	1,144		
165	201	453	805	1,258		
180	220	494	878			
195	238	535	952			
210	256	576	1,025			
225	275	618	1,098			
240	293	659	1,171			
255	311	700	1,244			
270	329	741				
285	348	782				
300	366	824				
315	384	865				
330	403	906				
345	421	947				
360	439	988				
375	458	1,029				
390	476	1,071				
405	494	1,112				
420	512	1,153				
435	531	1,194				
450	549	1,235				
465	567	1,276				
480	586					
495	604					
510	622					
525	641					
540	659					
555	677					
570	695					
585	714					
600	732					

Tabla D.10
Manguera de 115 mm
Factor C: 0,167

Flujo en L/min						
	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000	7 000
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15	10	23	40	63	90	123
30	20	45	80	125	180	245
45	30	68	120	188	271	368
60	40	90	160	251	361	491
75	50	113	200	313	451	614
90	60	135	240	376	541	736
105	70	158	281	438	631	859
120	80	180	321	501	721	982
135	90	203	361	564	812	1,105
150	100	225	401	626	902	1,227
165	110	248	441	689	992	
180	120	271	481	752	1,082	
195	130	293	521	814	1,172	
210	140	316	561	877	1,263	
225	150	338	601	939		
240	160	361	641	1,002		
255	170	383	681	1,065		
270	180	406	721	1,127		
285	190	428	762	1,190		
300	200	451	802	1,253		
315	210	473	842			
330	220	496	882			
345	230	519	922			
360	240	541	962			
375	251	564	1,002			
390	261	586	1,042			
405	271	609	1,082			
420	281	631	1,122			
435	291	654	1,162			
450	301	676	1,202			
465	311	699	1,242			
480	321	721				
495	331	744				
510	341	767				
525	351	789				
540	361	812				
555	371	834				
570	381	857				
585	391	879				
600	401	902				

Tabla D.11
Manguera de 125 mm
Factor C: 0,138

Flujo en L/min						
	3 000	4 000	5 000	6 000	7 000	8 000
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15	19	33	52	75	101	132
30	37	66	104	149	203	265
45	56	99	155	224	304	397
60	75	132	207	298	406	530
75	93	166	259	373	507	662
90	112	199	311	447	609	795
105	130	232	362	522	710	927
120	149	265	414	596	811	1,060
135	168	298	466	671	913	1192
150	186	331	518	745	1,014	
165	205	364	569	820	1,116	
180	224	397	621	894	1,217	
195	242	431	673	969		
210	261	464	725	1,043		
225	279	497	776	1,118		
240	298	530	828	1,192		
255	317	563	880	1,267		
270	335	596	932			
285	354	629	983			
300	373	662	1,035			
315	391	696	1,087			
330	410	729	1,139			
345	428	762	1,190			
360	447	795	1,242			
375	466	828				
390	484	861				
405	503	894				
420	522	927				
435	540	960				
450	559	994				
465	578	1,027				
480	596	1,060				
495	615	1,093				
510	633	1,126				
525	652	1,159				
540	671	1,192				
555	689	1,225				
570	708	1,259				
585	727					
600	745					

Tabla D.12
Dos mangueras de 65 mm
Factor C: 0,789

Flujo en L/min						
	1 000	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15	12	47	107	189	296	426
30	24	95	213	379	592	852
45	36	142	320	568	888	1,278
60	47	189	426	757	1,184	1,704
75	59	237	533	947	1,479	
90	71	284	639	1,136	1,775	
105	83	331	746	1,326		
120	95	379	852	1,515		
135	107	426	959	1,704		
150	118	473	1,065			
165	130	521	1,172			
180	142	568	1,278			
195	154	615	1,385			
210	166	663	1,491			
225	178	710	1,598			
240	189	757	1,704			
255	201	805				
270	213	852				
285	225	899				
300	237	947				
315	249	994				
330	260	1,041				
345	272	1,089				
360	284	1,136				
375	296	1,184				
390	308	1,231				
405	320	1,278				
420	331	1,326				
435	343	1,373				
450	355	1,420				
465	367	1,468				
480	379	1,515				
495	391	1,562				
510	402	1,610				
525	414	1,657				
540	426	1,704				
555	438	1,752				
570	450					
585	462					
600	473					

Tabla D.13
Tres mangueras de 65 mm
Factor C: 0,347

Flujo en L/min						
	1 000	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15	5	21	47	83	130	187
30	10	42	94	167	260	375
45	16	62	141	250	390	562
60	21	83	187	333	520	750
75	26	104	234	416	651	937
90	31	125	281	500	781	1,124
105	36	146	328	583	911	1,312
120	42	167	375	666	1,041	1,499
135	47	187	422	750	1,171	1,686
150	52	208	468	833	1,301	
165	57	229	515	916	1,431	
180	62	250	562	999	1,561	
195	68	271	609	1,083	1,692	
210	73	291	656	1,166		
225	78	312	703	1,249		
240	83	333	750	1,332		
255	88	354	796	1,416		
270	94	375	843	1,499		
285	99	396	890	1,582		
300	104	416	937	1,666		
315	109	437	984	1,749		
330	115	458	1,031			
345	120	479	1,077			
360	125	500	1,124			
375	130	520	1,171			
390	135	541	1,218			
405	141	562	1,265			
420	146	583	1,312			
435	151	604	1,359			
450	156	625	1,405			
465	161	645	1,452			
480	167	666	1,499			
495	172	687	1,546			
510	177	708	1,593			
525	182	729	1,640			
540	187	750	1,686			
555	193	770				
570	198	791				
585	203	812				
600	208	833				

Tabla D.14
Una manguera de 77 mm y una manguera de 65 mm
Factor C: 0,473

Flujo en L/min						
	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000	7 000
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15	28	54	102	192	364	688
30	57	107	203	384	727	
45	85	161	305	577	1,091	
60	114	215	406	769	1,455	
75	142	268	508	961		
90	170	322	610	1,153		
105	199	376	711	1,345		
120	227	430	813	1,538		
135	255	483	914			
150	284	537	1,016			
165	312	591	1,117			
180	341	644	1,219			
195	369	698	1,321			
210	397	752	1,422			
225	426	805	1,524			
240	454	859	1,625			
255	482	913				
270	511	967				
285	539	1,020				
300	568	1,074				
315	596	1,128				
330	624	1,181				
345	653	1,235				
360	681	1,289				
375	710	1,342				
390	738	1,396				
405	766	1,450				
420	795	1,503				
435	823	1,557				
450	851	1,611				
465	880	1,665				
480	908	1,718				
495	937					
510	965					
525	993					
540	1,022					
555	1,050					
570	1,078					
585	1,107					
600	1,135					

Tabla D.15
Dos mangueras de 65 mm y una manguera de 77 mm
Factor C: 0,253

Flujo en L/min						
	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000	7 000
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15	15	34	61	95	137	186
30	30	68	121	190	273	372
45	46	102	182	285	410	558
60	61	137	243	380	546	744
75	76	171	304	474	683	930
90	91	205	364	569	820	1,116
105	106	239	425	664	956	1,302
120	121	273	486	759	1,093	1,488
135	137	307	546	854	1,230	1,674
150	152	342	607	949	1,366	
165	167	376	668	1,044	1,503	
180	182	410	729	1,139	1,639	
195	197	444	789	1,233		
210	213	478	850	1,328		
225	228	512	911	1,423		
240	243	546	972	1,518		
255	258	581	1,032	1,613		
270	273	615	1,093	1,708		
285	288	649	1,154			
300	304	683	1,214			
315	319	717	1,275			
330	334	751	1,336			
345	349	786	1,397			
360	364	820	1,457			
375	380	854	1,518			
390	395	888	1,579			
405	410	922	1,639			
420	425	956	1,700			
435	440	990				
450	455	1,025				
465	471	1,059				
480	486	1,093				
495	501	1,127				
510	516	1,161				
525	531	1,195				
540	546	1,230				
555	562	1,264				
570	577	1,298				
585	592	1,332				
600	607	1,366				

Tabla D.16
Dos mangueras de 77 mm
Factor C: 0,316

Flujo en L/min						
	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000	7 000
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15	19	43	76	119	171	232
30	38	85	152	237	341	465
45	57	128	228	356	512	697
60	76	171	303	474	683	929
75	95	213	379	593	853	1,161
90	114	256	455	711	1,024	
105	133	299	531	830	1,194	
120	152	341	607	948		
135	171	384	683	1,067		
150	190	427	758	1,185		
165	209	469	834			
180	228	512	910			
195	246	555	986			
210	265	597	1,062			
225	284	640	1,138			
240	303	683	1,213			
255	322	725				
270	341	768				
285	360	811				
300	379	853				
315	398	896				
330	417	939				
345	436	981				
360	455	1,024				
375	474	1,067				
390	493	1,109				
405	512	1,152				
420	531	1,194				
435	550	1,237				
450	569					
465	588					
480	607					
495	626					
510	645					
525	664					
540	683					
555	702					
570	720					
585	739					
600	758					

Tabla D.17
Dos mangueras de 77 mm y una manguera de 65 mm
Factor C: 0,189

Flujo en L/min						
	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000	7 000
Longitud del tendido en metros	Pérdida de presión por fricción en kPa					
15	11	26	45	71	102	139
30	23	51	91	142	204	278
45	34	77	136	213	306	417
60	45	102	181	284	408	556
75	57	128	227	354	510	695
90	68	153	272	425	612	833
105	79	179	318	496	714	972
120	91	204	363	567	816	1,111
135	102	230	408	638	919	1,250
150	113	255	454	709	1,021	1,389
165	125	281	499	780	1,123	1,528
180	136	306	544	851	1,225	1,667
195	147	332	590	921	1,327	
210	159	357	635	992	1,429	
225	170	383	680	1,063	1,531	
240	181	408	726	1,134	1,633	
255	193	434	771	1,205	1,735	
270	204	459	816	1,276		
285	215	485	862	1,347		
300	227	510	907	1,418		
315	238	536	953	1,488		
330	249	561	998	1,559		
345	261	587	1,043	1,630		
360	272	612	1,089	1,701		
375	284	638	1,134			
390	295	663	1,179			
405	306	689	1,225			
420	318	714	1,270			
435	329	740	1,315			
450	340	765	1,361			
465	352	791	1,406			
480	363	816	1,452			
495	374	842	1,497			
510	386	868	1,542			
525	397	893	1,588			
540	408	919	1,633			
555	420	944	1,678			
570	431	970	1,724			
585	442	995				
600	454	1,021				

Tabla E.1
Efectos de la altitud sobre la altura de descarga

ALTITUD pies	BARÓMETRO pulg Hg	LECTURA mm Hg	PRESIÓN ATMOSF. (absoluta en lb/pulg ²) (pies de agua)		LECTURA DEL MANÓMETRO (pulg Hg)	ALTURA DE DESCARGA (Pies)	TEMPERATURA DE EBULLICIÓN del agua (grados Farenheit)
-1000	31,0	788	15,2	35,2			213,8
-500	30,5	775	15,0	34,6			212,9
0	29,9	760	14,7	33,9	0	0	212,0
+500	29,4	747	14,4	33,3	0,95	0,6	211,1
+1000	28,9	734	14,2	32,8	1,0	1,1	210,2
1500	28,8	719	13,9	32,1	1,6	1,8	209,3
2000	27,8	706	13,7	31,5	2,1	2,4	208,4
2500	27,3	694	13,4	31,0	2,6	2,9	207,4
3000	26,8	681	13,2	30,4	3,1	3,5	206,5
3500	26,3	668	12,9	29,8	3,6	4,1	205,6
4000	25,8	655	12,7	29,2	4,1	4,7	204,7
4500	25,4	645	12,4	28,8	4,5	5,1	203,8
5000	24,9	633	12,2	28,2	5,0	5,7	202,9
5500	24,4	620	12,0	27,6	5,5	6,3	201,9
6000	24,0	610	11,8	27,2	5,9	6,7	201,0
6500	23,5	597	11,5	26,7	6,4	7,2	200,1
7000	23,1	587	11,3	26,2	6,8	7,7	199,2
7500	22,7	577	11,1	25,7	7,2	8,2	198,3
8000	22,2	564	10,9	25,2	7,7	8,7	197,4
8500	21,8	554	10,7	24,7	8,1	9,2	196,5
9000	21,4	544	10,5	24,3	8,5	9,6	195,5
9500	21,0	533	10,3	23,8	8,9	10,1	194,6
10.000	20,6	523	10,1	23,4	9,3	10,5	193,7
15.000	16,9	429	8,7	19,2	13,0	14,7	184,0

A

Abastecimiento de agua: cualquier suministro de agua disponible para utilizarlo durante las actuaciones de lucha contraincendios.

Abastecimiento de agua externo: (1) cualquier suministro de agua que abastece una bomba contraincendios que no sea la cisterna de agua del mismo vehículo en el que está montada dicha bomba. (2) Cualquier suministro de agua que abastece a un dispositivo elevadizo y que no sea la bomba contraincendios del vehículo en el que está montado dicho dispositivo.

Abastecimiento portátil: agua que puede desplazarse y llevarse directamente a la ubicación donde se necesita. Puede tratarse de un camión cisterna del cuerpo de bomberos u otro vehículo capaz de transportar grandes cantidades de agua.

Abrazadera para mangueras: dispositivo mecánico o hidráulico utilizado para comprimir la manguera contraincendios y detener así el flujo de agua.

Accesibilidad: capacidad del vehículo contraincendios de acercarse lo suficiente a un edificio para llevar a cabo actuaciones de emergencia.

Accesorio: término genérico que se aplica a boquillas, coples “Y”, siamesas, controles de inundación o a otras piezas utilizadas conjuntamente con una manguera contraincendios con el fin de descargar agua.

Accidente: acontecimiento no planificado ni controlado que surge como resultado de un acto peligroso realizado por personas y/o por la existencia de condiciones laborales peligrosas, y que puede provocar lesiones a los presentes.

Acelerador: dispositivo que suele tener forma de pedal y que se utiliza para controlar la velocidad de un vehículo mediante la regulación del suministro de combustible.

Actuación con camión cisterna: véase *actuación de trasvase de agua*.

Actuación de succión: véase *succión*.

Actuación de trasvase de agua: método de abastecimiento de agua en el que los camiones cisterna transportan continuamente agua entre el lugar de llenado y el de vaciado, éste último ubicado cerca del lugar de la emergencia.

Adaptador: pieza de ajuste para conectar coples de manguera con diferentes roscas, pero con el mismo diámetro interior.

AFFF: siglas en inglés para *espuma formadora de película acuosa*.

Agente: término genérico para designar a los materiales utilizados en la extinción de incendios.

Agente humectante: solución química añadida al agua para reducirle la tensión de superficie y mejorar su capacidad de penetración. El detergente es una forma suave de agente humectante.

Agua con humectantes: agente humectante que se introduce en el agua para reducir la tensión de superficie y mejorar las cualidades de penetración.

Alimentación circular: sistema mediante el cual el hidrante recibe agua de dos o más direcciones.

Aljibe: receptáculo de almacenamiento de agua que suele ser subterráneo y puede abastecerse de un pozo o de las aguas pluviales.

Altura de descarga de funcionamiento seguro: altura a la que puede subirse una columna de agua en cantidad suficiente para proporcionar un flujo contraincendios seguro. La altura de descarga puede alcanzarse utilizando una manguera rígida de succión conectada a una bomba. Deben tenerse en cuenta la presión atmosférica y la pérdida de presión por fricción en el interior de la manguera rígida de succión. Se considera que la altura de descarga de funcionamiento seguro es de 4,5 m (14,7 pies).

Altura de descarga máxima: altura máxima a la que puede subirse cualquier cantidad de agua utilizando una manguera rígida de succión conectada a una bomba.

Altura de descarga teórica: altura teórica calculada de modo científico que puede alcanzar una columna de agua a presión atmosférica en el vacío. A nivel del mar, esta altura es de 10 m (33,8 pies). Esta altura disminuye a medida que aumenta la elevación.

Amperímetro: dispositivo de medición que indica la intensidad de corriente eléctrica que entra o que sale de la batería de un vehículo.

Ángulo de aproximación: ángulo formado por la horizontal del suelo y una línea que va desde el punto en el que los neumáticos delanteros del vehículo tocan el suelo hasta la proyección más baja de la parte delantera del vehículo.

Ángulo de retorno: ángulo formado por la horizontal del suelo y una línea que va desde el punto en el que los neumáticos traseros del vehículo tocan el suelo hasta la parte inferior del bastidor en el punto medio entre los ejes.

Ángulo de salida: ángulo formado por la horizontal del suelo y una línea que va desde el punto en el que los neumáticos traseros del vehículo tocan el suelo hasta la proyección más baja de la parte trasera del vehículo.

Apertura de llenado: apertura en la parte superior de un depósito subterráneo que se utiliza para llenarlo y suele estar incorporada en la tapa del depósito.

ARFF: siglas en inglés para *Aircraft Rescue and Fire Fighting* (rescate y lucha contraincendios en aeronaves).

Asa de una boquilla: pieza de la base de una boquilla compuesta por tres piezas y que va desde el cople de la manguera hasta el cierre.

Asiento de salto: asientos de un vehículo contraincendios situados detrás de los asientos delanteros.

Aumentador: adaptador utilizado para unir dos mangueras de diferentes tamaños. El aumentador dispone de una rosca hembra en el extremo menor y de una rosca macho en el extremo mayor.

Autobomba de abastecimiento de agua: autobomba que toma agua de un abastecimiento y la envía a los autobombas de ataque que se utilizan en el lugar del incendio.

Autobomba de ataque: autobomba situado en el lugar del incendio que abastece directamente a las líneas de ataque.

Autobomba de ataque inicial mediano: véase *vehículo de ataque inicial*.

Autobomba de ataque inicial pequeño: véase *vehículo de ataque inicial*.

Autobomba de combinación triple: autobomba del cuerpo de bomberos que transporta una bomba contraincendios, mangueras y una cisterna de agua.

Autobomba de rescate: vehículo con diseño especial que combina las funciones de un vehículo de rescate con las de un autobomba del cuerpo de bomberos.

Autobomba del cuerpo de bomberos: vehículo contraincendios que dispone permanentemente de una bomba contraincendios con una capacidad de descarga de 3.000 L/min (750 gpm) o mayor. Asimismo, este vehículo puede transportar agua, mangueras y otro equipo portátil.

Autobomba forestal: véase *vehículo forestal*.

Autobomba/camión cisterna: vehículo de abastecimiento de agua que dispone de una bomba contraincendios. En algunas jurisdicciones, este término se utiliza para denominar a los vehículos de abastecimiento de agua equipados con bombas contraincendios cuya función es combatir el incendio.

B

Bajos: parte del armazón de un vehículo situada bajo el mismo.

Barco-bomba: barco que transporta grandes bombas contraincendios y puede abastecer a chorros maestros montados en el barco o a líneas de mangueras de abastecimiento de agua a vehículos terrestres contraincendios. .

Bastidor: armazón sobre el que descansa la carrocería del vehículo.

Bastidor comercial: bastidor de un camión producido por un fabricante comercial de camiones. El bastidor incorpora una carrocería de rescate o lucha contraincendios.

Bomba cebadora: pequeña bomba volumétrica utilizada para evacuar el aire de la cubierta de una bomba centrífuga y de una manguera rígida de succión. La evacuación del aire permite que la bomba centrífuga reciba agua de una fuente estática de abastecimiento de agua. También denominada *cebador*.

Bomba centrífuga: bomba con uno o más rodetes que utiliza fuerza centrífuga para desplazar el agua. Las bombas contraincendios más modernas son de este tipo.

Bomba centrífuga de dos posiciones: bomba centrífuga que dispone de dos rodetes.

Bomba centrífuga de una posición: bomba centrífuga que sólo dispone de un rodete.

Bomba contraincendios: bomba de agua montada en un vehículo contraincendios.

Bomba de émbolo: bomba volumétrica que utiliza uno o más pistones alternativos para impulsar el agua desde las cámaras de la bomba.

Bomba de paletas rotatorias: tipo de bomba volumétrica utilizada habitualmente en sistemas hidráulicos. En el interior de la cubierta de la bomba hay montado de modo descentrado un rotor al que están unidas unas paletas. Se aplica presión al agua a medida que disminuye el espacio entre el rotor y la pared de la cubierta de la bomba.

Bomba maestra: bomba contraincendios montada en el punto medio de un vehículo contraincendios.

Bomba montada en la parte delantera: bomba contraincendios montada delante del radiador de un vehículo y accionada mecánicamente por el cigüeñal.

Bomba nodriza: bomba contraincendios utilizada para impulsar la presión del abastecimiento de agua existente en un sistema fijo de protección contraincendios.

Bomba portátil: pequeña bomba contraincendios con valores de volumen y presión variables que puede retirarse del vehículo y desplazarse hasta el punto de abastecimiento de agua para utilizarlas en zonas a las que no pueden acceder los autobombas principales.

Bomba volumétrica: bomba autocebadora que desplaza una cantidad determinada de agua o aceite hidráulico por la cámara de la bomba con cada impulso o rotación. Estas bombas se utilizan en las bombas hidráulicas de los sistemas hidráulicos de los dispositivos elevadizos y en las bombas cebadoras de las bombas centrífugas contraincendios.

Bomba volumétrica de engranajes rotatorios: tipo de bomba volumétrica utilizada habitualmente en sistemas hidráulicos. La bomba introduce presión en el fluido hidráulico gracias dos engranajes rotatorios de toma constante que impulsan el suministro de aceite hidráulico hacia el interior de la cámara de la cubierta de la bomba.

Bombeo doble: operación en la que se utiliza un hidrante potente para abastecer dos autobombas conectando un autobomba con el otro por sus tomas respectivas. El segundo autobomba recibe el exceso de agua que no bombea el primer autobomba, que es el que está conectado directamente con la fuente de abastecimiento de agua. A veces se denomina erróneamente *bombeo en tándem*.

Bombeo en movimiento: capacidad de un vehículo de bombear agua mientras se encuentra en movimiento.

Bombeo en serie: utilización de dos o más autobombas para transportar agua a una gran distancia haciéndolos funcionar en serie. El agua que descarga una de las bombas fluye a través de la manguera hasta la entrada de la siguiente y así, sucesivamente. .

Bombeo en tándem: bombeo en serie corto en el que el autobomba que toma agua de la fuente de abastecimiento bombea agua hacia el interior de la toma del segundo autobomba. El segundo autobomba impulsa la presión del agua aún más. Este método se utiliza cuando se necesitan presiones mayores que las que puede proporcionar una sola bomba.

Bombero escolta: persona que camina delante o detrás de un vehículo para dar indicaciones al conductor/operario mientras éste realiza maniobras.

Boquilla: accesorio situado en el extremo de descarga de una línea de mangueras que forma un chorro contraincendios con una forma, un volumen y una dirección determinados.

Boquilla a chorros incidentes: boquilla que emite diversos chorros de agua juntos a un ángulo determinado con el fin de que el agua se divida en partículas finas.

Boquilla ajustable por rosca: modelo antiguo de boquilla de chorro nebulizador con la que se puede regular la capacidad de descarga.

Boquilla automática: boquilla de chorro nebulizador que ajusta automáticamente el flujo de modo que proporcione el flujo adecuado a una presión de boquilla correcta.

Boquilla de alta presión: boquilla de chorro contraincendios diseñada para funcionar por encima de los 700 kPa (100 lb/pulg²), presión para la que están diseñadas las boquillas nebulizadoras normales.

Boquilla de chorro maestro: boquilla capaz de descargar más de 1.400 L/min (350 gpm).

Boquilla de cierre: tipo de boquilla que dispone de una válvula u otro dispositivo para controlar el abastecimiento de agua. Los bomberos la utilizan para controlar el suministro de agua en la boquilla en lugar de controlarlo en la fuente de abastecimiento.

Boquilla de combinación: boquilla diseñada para proporcionar tanto chorros rectos como chorros nebulizadores.

Boquilla de espuma para aspirar aire: boquilla de espuma diseñada especialmente para proporcionar el aire necesario y conseguir espuma de la mejor calidad posible. Es el dispositivo más eficaz para generar espuma de baja expansión.

Boquilla de flujo regulable: boquilla que permite incrementar o disminuir el flujo de agua que pasa por ella.

Boquilla de interior: boquilla especial para combatir incendios en sótanos y otros espacios por debajo del nivel de ataque.

Boquilla de perforación: boquilla con un extremo de acero reforzado y forma de ángulo que puede introducirse a través de paredes, o techos para extinguir fuegos ocultos.

Brazo telescópico: dispositivo aéreo que se iza y se extiende utilizando tramos que se deslizan unos dentro de los otros.

C

Cabrestante: herramienta formada por una cadena o un cable de acero colocado alrededor de un tambor a motor. Suelen estar montados en la parte delantera o en la parte trasera de un vehículo.

Calibrar: normalizar o ajustar los incrementos en un dispositivo de medición.

Cama para mangueras: zona principal para transportar mangueras en el autobomba o en otro vehículo diseñado para transportar mangueras..

Cama transversal para mangueras: cama para mangueras que se encuentra en la carrocería del autobomba en posición perpendicular con respecto a la cama para mangueras principal. Está diseñada para tender una manguera de ataque preconectada a los lados del autobomba. .

Cámara de aire: cámara llena de aire que absorbe las vibraciones creadas por el funcionamiento de las bombas de émbolo o de las bombas de engranajes rotatorios.

Camión cisterna: (1) véase *vehículo de abastecimiento de agua*. (2) En términos del sistema de mando de incidente, *cisterna* hace referencia a una aeronave de ala fija que se utiliza para transporte de agua.

Camión cisterna abastecedor: véase *cisterna nodriza*.

Camión cisterna/autobomba: vehículo de abastecimiento de agua que dispone de una bomba contraincendios. En algunas jurisdicciones, este término se utiliza para denominar a los vehículos de abastecimiento de agua equipados con bombas contraincendios cuya función principal es trasvasar agua.

Capa de espuma: cubierta de espuma que se aplica sobre una superficie incendiada para producir un efecto sofocante. Puede utilizarse sobre superficies no incendiadas para evitar la ignición.

Capacidad: cantidad máxima de agua que pueden descargar una bomba o un sistema de distribución de agua.

Capacidad de la bomba: cantidad máxima de agua que puede descargar una bomba a una presión determinada.

Capacidad total estimada: capacidad total de un sistema de abastecimiento de agua en el que se incluyen el consumo residencial e industrial, los flujos contraincendios y todos los demás posibles usos del sistema.

Carga hidrostática por presión: presión del agua debida a la altura. Por cada metro que se gana en altura, la presión aumenta 10 kPa (por cada pie que se gana en altura, la presión aumenta en 0,434 lb/pulg²). También se denomina *carga de agua*.

Cargar: presurizar una manguera o un extintor contraincendios.

Carrete para manguera nodriza: carrete que está montado en el vehículo y sobre el que se transporta una manguera nodriza.

Caudalímetro: dispositivo mecánico instalado en una línea de descarga que percibe la cantidad de agua que fluye y ofrece una lectura en unidades de litros por minuto (galones por minuto).

Cebador: véase *bomba cebadora*.

Cebar: eliminar todo el aire de una bomba y de una manguera de toma para prepararlas para que reciban agua a presión.

Chorro contraincendios: chorro de agua o de otro agente extintor basado en agua desde que sale de la manguera y de la boquilla hasta que alcanza el lugar deseado.

Chorro de cortina: chorro de agua dividido en gotas relativamente gruesas.

Chorro directo: chorro de manguera que permanece como una masa sólida por oposición a un chorro nebulizador o a un chorro pulverizador.

Chorro fuerte: véase *chorro maestro*.

Chorro maestro: chorro dentro de una variedad de chorros de agua de calibre grande y pesado. Suele abastecerse conectando con siamesas dos o más líneas de mangueras en un cuadro de válvulas que descarga 1.400 L/min (350 gpm) o más. También se denomina *chorro fuerte*.

Chorro maestro elevado: chorro contraincendios que descarga más de 1.400 L/min (350 gpm) y que se despliega desde la parte superior de un dispositivo elevado.

Chorro nebulizador: chorro de agua dividido en partículas finas que se utiliza para controlar el incendio.

Cilindros de aire en cascada: cilindros de aire grandes que se utilizan para rellenar cilindros menores de los aparatos de respiración autónoma.

Cisterna: término utilizado por el sistema de mando de incidente para designar un vehículo cuya función principal consiste en dar apoyo a otra actuación. Como ejemplo, pueden destacarse las cisternas de agua que abastecen de agua a los autobombas, las cisternas de combustible que suministran combustible a otros vehículos, etc. Véanse también *camión cisterna* (1) y *vehículo de abastecimiento de agua*.

Cisterna de agua: receptáculo de almacenamiento de agua que se transporta directamente en el vehículo. La NFPA 1901 especifica que los autobombas de clase A deben transportar 2.000 L (500 galones) como mínimo. También denominado *cisterna nodriza*.

Cisterna elíptica: término que describe una cisterna de agua grande, cilíndrica y oblonga que se utiliza en camiones cisterna.

Cisterna nodriza: véase *cisterna de agua*.

Cisterna nodriza: vehículo de abastecimiento de agua de grandes dimensiones que se estaciona en el lugar de un incendio y se utiliza más bien como depósito portátil en lugar de como camión cisterna de trasvase. También denominado *camión cisterna abastecedor*.

Coefficiente de descarga: factor de corrección que hace referencia a la forma de la salida de descarga de un hidrante. Se utiliza para calcular el flujo de un hidrante.

Concentrado de espuma: solución de un compuesto químico que se mezcla con agua y aire para producir espuma.

Conductor: véase *conductor/operario del vehículo contraincendios*.

Conductor/operario del vehículo contraincendios: bombero responsable de conducir el vehículo hacia el lugar de una actuación contraincendios, por dicho lugar y de regreso de dicho lugar, o en cualquier otro momento en que el vehículo esté siendo utilizado. El conductor/operario también es responsable del mantenimiento rutinario del vehículo y de todo el equipo que transporta. Suele ser el primer escalafón de la cadena de ascensos del cuerpo de bomberos. También denominado *conductor*.

Conexión al sistema de rociadores: véase *conexión del cuerpo de bomberos*.

Conexión de vapor: salida de gran diámetro, generalmente de 115 mm (4,5 pulgadas), en un hidrante o en la base de un depósito elevado de almacenamiento de agua.

Conexión del cuerpo de bomberos: lugar donde el cuerpo de bomberos puede conectarse a un sistema de rociadores o tuberías montantes para impulsar el flujo de agua del sistema. Esta conexión consiste en una siamesa abisagrada con dos o más tomas de 65 mm (2,5 pulgadas) o con una toma de gran diámetro (de 100 mm [4 pulgadas] o mayor). También se denomina *conexión del cuerpo de bomberos al sistema de rociadores*.

Conexión del cuerpo de bomberos al sistema de rociadores: véase *conexión del cuerpo de bomberos*.

Conexión privada: conexiones a abastecimientos de agua que no pertenecen al sistema municipal de abastecimiento de agua. Puede tratarse de una conexión a una instalación industrial grande, una granja o viviendas privadas.

Consumo diario máximo: cantidad total máxima de agua utilizada en cualquier intervalo de 24 horas en un período de 3 años.

Consumo doméstico: agua del sistema de abastecimiento de agua consumida por viviendas y establecimientos comerciales.

Consumo máximo por hora: consumo máximo de agua durante cualquier hora del día.

Consumo medio diario: promedio del total de agua utilizada cada día durante un período de un año.

Control del chorro maestro: accesorio de un chorro maestro al que se le puede cambiar la dirección del chorro al tiempo que se descarga agua. Puede ser fijo, portátil o combinado.

Convertidor: dispositivo auxiliar de generación de energía eléctrica. El *convertidor* es un transformador elevador de voltaje que convierte la corriente continua de 12 ó 24 voltios de un vehículo en corriente alterna de 110 ó 220 voltios.

Cople: pieza de ajuste unida de modo permanente al extremo de una manguera que se utiliza para conectar dos líneas de mangueras o para conectar una línea de mangueras a dispositivos como, por ejemplo, boquillas, accesorios, válvulas de descarga o hidrantes.

Cople “Y”: accesorio para mangueras con una entrada hembra y dos o más salidas macho. Suele estar conmutado.

Cople “Y” conmutado: accesorio para mangueras con una entrada hembra y dos o más salidas macho que dispone de una válvula de compuerta en cada salida.

Cople “Y” reductor: cople “Y” con dos salidas de menor diámetro que la válvula de entrada. A veces se denomina cople “Y” de la línea directora.

Cople asexual: cople que no posee elementos macho y hembra diferenciados. También denominado *cople Storz*.

Cople hembra: dispositivo articulado y roscado colocado en una manguera o un accesorio y fabricado para unirse a un cople macho de igual rosca y diámetro.

Cople macho: unión para mangueras con roscas protuberantes que encaja en la rosca de un cople hembra de igual paso de rosca, de diámetro y número de roscas adecuados.

Cople para mangueras: dispositivo metálico utilizado para conectar mangueras.

Cople roscado: coples macho y hembra con un roscado en espiral.

Cople Storz: cople asexual que suele encontrarse en mangueras de gran diámetro.

Cortina de agua: chorro de agua dispersado en forma de abanico que se aplica entre un fuego y una superficie expuesta para evitar que ésta empiece a arder por efecto del calor irradiado por el fuego.

Cuadro de válvulas: (1) accesorio para manguera que divide una línea de mangueras mayor en tres o más líneas menores. También se denomina *hidrante portátil*. (2) Accesorio para mangueras que combina tres o más líneas de mangueras menores para formar una línea mayor. (3) Parte superior de la cubierta de una bomba.

Curvas de resultados certificados: gráficos que contienen los resultados de las pruebas realizadas por el fabricante en la bomba antes de enviarla.

D

Depósito de fluido de la bomba cebadora: depósito de fluido utilizado para sellar y lubricar la bomba cebadora.

Depósito de gravedad: depósito elevado de almacenamiento de agua destinado a la protección contraincendios y a abastecer de agua a la comunidad. Si el agua se encuentra a 30 m (100 pies) de altura, se consigue una carga hidrostática por presión de 300 kPa (43,4 lb/pulg²) menos las pérdidas por fricción con las tuberías cuando el agua fluye por ellas.

Depósito portátil: depósito plegable de almacenamiento que se utiliza durante las actuaciones de bombeo en serie o de trasvase de agua para retener el agua de las cisternas y los hidrantes. De este modo, ese agua puede utilizarse para abastecer a los vehículos de ataque. También denominado *recipiente colector*, *tanque plegable*, *tanque portátil* o *tanque de agua portátil*.

Desplazamiento: (1) volumen o peso de un fluido desplazado por un cuerpo en flotación de igual peso. (2) Cantidad de agua que se hace entrar en una bomba y que desplaza el aire.

Difusor: cámara divergente en espiral de una bomba centrífuga en la que la energía cinética que las paletas del rodete dan al agua se convierte en presión.

Dispositivo de control de tráfico: dispositivo mecánico que cambia de modo automático las luces de señalización de tráfico para facilitar la ruta de los vehículos que responden a una emergencia.

Dispositivo de liberación de presión: dispositivo automático diseñado para liberar los excesos de presión de una bomba contraincendios.

Dispositivo elevadizo: término genérico utilizado para describir la escala hidráulica o la plataforma elevadiza ubicadas en un vehículo contraincendios con diseño específico.

Dispositivo para controlar mangueras: dispositivo utilizado para sostener una línea de mangueras cargada en una posición estacionaria durante un largo período de tiempo.

Dispositivos de advertencia: dispositivos acústicos o visuales, como, por ejemplo, luces intermitentes, sirenas, bocinas o campanas, montados en un vehículo para atraer la atención de los conductores de los demás vehículos.

Distancia de detención total: suma de la distancia de reacción del conductor/operario y de la distancia de frenado del vehículo.

Distancia de frenado: distancia que recorre un vehículo desde que se accionan los frenos hasta que se detiene completamente.

Distancia de reacción del conductor: distancia recorrida por un vehículo mientras el conductor cambia el pie del pedal del acelerador al pedal del freno tras percibir la necesidad de detenerse.

Distribuidor: boquilla utilizada para formar un chorro de cortina que suele utilizarse en incendios en sótanos.

Dosificador: dispositivo utilizado para introducir la cantidad correcta de concentrado de espuma en un chorro de agua.

Dosificador de espuma: dispositivo que inyecta la cantidad adecuada de concentrado de espuma en el chorro de agua para crear la solución de espuma.

Dosificador de presión equilibrada: dosificador de concentrado de espuma que funciona junto con una bomba de agua contraincendios para garantizar que la mezcla de concentrado de espuma y agua sea la adecuada.

Drenaje de la bomba: drenaje ubicado en la parte más baja de la bomba para extraer el agua de la bomba. De este modo, se evita el peligro de dañar el equipo por motivos de congelación.

E

Escala de torre: término utilizado para describir un vehículo contraincendios con plataforma elevadiza telescópica.

Escala elevadiza: escala mecánica (normalmente hidráulica) montada en el bastidor de un vehículo-escala especial.

Escala elevadiza con plataforma: escala mecánica (normalmente hidráulica) en cuyo extremo dispone de una plataforma para transportar al personal.

Espera: proceso por el que las unidades sin una misión concreta que responden a un incendio o a otro incidente de emergencia se detienen en una ubicación alejada del lugar del incendio donde esperan a recibir órdenes.

Espera de primer nivel: espera utilizada en todas las respuestas a emergencias realizadas por varias compañías. Los primeros vehículos de cada tipo que llegan al lugar de la emergencia actúan de inmediato; los demás esperan en formación de una fila o dos filas a recibir órdenes.

Espera de segundo nivel: espera utilizada en incidentes a gran escala a los que responden compañías de emergencia mayores. Estas compañías se envían a una ubicación específica donde esperan a que se les asigne una misión.

Espuma: agente extintor formado por una mezcla de concentrado de espuma y agua. Esta solución se airea para expandirla. Se utiliza en incendios clase A o B. La espuma puede ser proteínica, sintética, formadora de una película acuosa, de alta expansión o resistente al alcohol.

Espuma de clase A: espuma diseñada específicamente para combatir incendios en combustibles de clase A. Las espumas de clase A son agentes humectantes que reducen la tensión de superficie del agua, permitiendo así que penetre en los materiales combustibles con mayor facilidad que el agua por sí sola.

Espuma final: producto final después de que la solución de espuma haya alcanzado la boquilla y se haya introducido aire en la solución (aireación). Asimismo, se denomina simplemente *espuma*.

Espuma formadora de película acuosa (AFFF, por sus siglas en inglés, que proceden de *Aqueous Film Forming Foam*): concentrado sintético de espuma que, en combinación con el agua, es un agente extintor o de cobertura muy eficaz contra los combustibles hidrocarburos.

Espuma formadora de película fluoroproteínica (FFFP): concentrado de espuma que se basa en la tecnología de la espuma fluoroproteínica y, además, posee las capacidades de la espuma formadora de película acuosa (AFFF).

Espuma mecánica: espuma que para formarse necesita que se mezclen agua, concentrado de espuma y aire.

Espuma proteínica: espuma que se divide químicamente (hidrolización) en proteínas sólidas. El producto final de este proceso químico es un concentrado líquido de proteína.

Espuma química: espuma que se forma al mezclar una solución alcalina con una solución ácida para formar un gas (dióxido de carbono) en presencia de un agente formador de espuma que atrapa el gas en burbujas resistentes al fuego. La espuma química no suele utilizarse hoy en día.

Espumas fluoroproteínicas: concentrados de espuma fortificados con agentes tensioactivos fluorados. Estos agentes tensioactivos permiten que la espuma cubra los combustibles hidrocarbúricos, o que se separe de ellos.

Estrangulación excesiva: proceso de inyectar o suministrar en un motor diesel más combustible del que se puede quemar.

Extintor de agua pulverizada: extintor de tipo bomba lleno de agua.

F

Factor C: factor que indica la rugosidad de la superficie interna de una tubería o de una manguera contraincendios.

FDC: siglas en inglés para conexión del cuerpo de bomberos.

FFFP: siglas en inglés para *espuma formadora de película fluoroproteínica*.

Filtro: protección de alambre o de otro metal utilizada para evitar que los escombros obstruyan la manguera de toma de las bombas contraincendios.

Filtro flotante: filtro diseñado para flotar sobre el agua y que se utiliza en las actuaciones de succión. De este modo se elimina el problema de absorber escombros hacia el interior de la bomba y se reduce la profundidad necesaria para la succión.

Fuente estática: masa de agua que no está sometida a presión y no se encuentra en un sistema de tuberías de abastecimiento. Hay que succionarla para poder utilizarla. Las fuentes estáticas son estanques, lagos, ríos, pozos, etc.

Funcionamiento a presión: funcionamiento de una bomba centrífuga de dos o más posiciones en la que el agua pasa consecutivamente a través de cada rodete para proporcionar presiones altas a un nivel reducido. También denominado *funcionamiento en serie*.

G

Galón: unidad de medida de líquidos. Un galón estadounidense (3,785 L) ocupa un volumen de 3.785 cm³ (231 pulg³). Un galón imperial son 4,546 L (1,201 galones estadounidenses).

Galones por minuto (gpm): unidad de medida de volumen utilizada por los cuerpos de bomberos de EE.UU. para medir el movimiento del agua.

Gamuza: tejido o paño de lana suave, de aspecto y tacto semejantes a los de la piel de la gamuza que se utiliza para secar muebles y contenidos o para recoger pequeñas cantidades de agua.

Garaje para vehículos: zona del parque de bomberos donde se aparcan los vehículos.

Generador: dispositivo auxiliar de generación de energía eléctrica. Los generadores portátiles se alimentan de pequeños motores diesel o de gasolina y suelen tener capacidades de 110 y/o 220 voltios.

Golpe de ariete: fuerza creada por la deceleración rápida del agua. Suele ser consecuencia de cerrar una válvula o una boquilla demasiado rápido.

GPM: siglas para *galones por minuto*.

Grupo motopropulsor: véase *motor del vehículo*.

Guardabarros: parte exterior de la carrocería de un vehículo adyacente a las ruedas delanteras o traseras.

H

Hidrante de cilindro húmedo: hidrante contraincendios que está lleno de agua hasta las salidas de descarga. El hidrante puede disponer de válvulas independientes para cada descarga o una sola válvula para todas las descargas. Este tipo de hidrante sólo se utiliza en zonas donde no existe el riesgo de que las condiciones meteorológicas hagan que el agua se congele.

Hidrante de cilindro seco: hidrante contraincendios cuya válvula de apertura se encuentra en la tubería de agua y no en el cilindro del hidrante. Si funciona correctamente y no se está utilizando, el cilindro del hidrante no contiene agua. Este tipo de hidrante se utiliza en zonas sujetas a temperaturas de congelación.

Hidrante de extremo muerto: hidrante contraincendios que recibe agua de una sola dirección.

Hidrante de pared: hidrante que sale de la pared de un edificio o una caseta de una bomba.

Hidrante para fuentes de agua estática: tubería instalada de modo permanente que dispone de conexiones de succión para autobomba en fuentes de agua estática para acelerar las actuaciones de succión.

Hidrante portátil: véase *cuadro de válvulas* (1).

Hidrante privado: hidrante de una propiedad privada o de sistemas privados de agua para proteger la propiedad privada

Hidrante triple: hidrante contraincendios con tres salidas, normalmente dos de 65 mm (2,5 pulgadas) y una de 115 mm (4,5 pulgadas).

Hidráulica contraincendios: ciencia que estudia el agua en movimiento aplicada a las actuaciones contraincendios.

Hidráulico: (1) que funciona por medio del agua. (2) De agua o de otro líquido en movimiento, así como relativo a ellos. (3) Que funciona por la resistencia ofrecida o por la presión transmitida cuando se hace pasar una cantidad de líquido a través de un orificio comparativamente pequeño o a través de un tubo. (4) Rama de la mecánica de fluidos que estudia las propiedades mecánicas de los líquidos y la aplicación de dichas propiedades en la ingeniería.

Hueco del parachoques delantero: compartimento para mangueras o herramientas ubicado en el parachoques delantero del vehículo contraincendios.

J

Juntas: sellos de goma utilizados en los coples de las mangueras contraincendios y en las bombas de toma para evitar escapes de agua en las conexiones.

K

Kilopascal (kPa): unidad del sistema métrico para medir presiones. 1 kPa = 0,145 lb/pulg², 1 lb/pulg² = 6,895 kPa.

L

Ladrón de agua: variante del cople “Y” que dispone de tres salidas con conmutadas, normalmente dos de 38 mm (1,5 pulgadas) y una de 65 mm (2,5 pulgadas). Sólo dispone de una entrada para una manguera de 65 mm (2,5 pulgadas) o mayor.

lb/pulg²: símbolo de libras por pulgada cuadrada.

lb/pulg² en manómetro: símbolo de libras por pulgada cuadrada que señala el manómetro.

Libras por pulgada cuadrada (lb/pulg²): unidad utilizada en EE.UU. para medir la presión. Su equivalente métrico son los kilopascales.

Limpieza por descarga inversa: limpieza de una bomba contraincendios o de un sistema de tuberías haciendo pasar agua por ellos en sentido contrario al flujo normal.

Línea cargada: manguera llena de agua a presión preparada para su uso.

Línea contra incendios exteriores: línea de mangueras preconectadas y de pequeño diámetro que se utilizan para combatir incendios en contenedores de basura o en otros fuegos exteriores pequeños.

Línea de descarga: línea de mangueras atada o asegurada de cualquier otro modo, usada para controlar cantidades de agua mayores que las que se utilizan durante un bombeo en serie. También denominado *línea de vaciado*.

Línea de mano: líneas de mangueras pequeñas (65 mm [2,5 pulgadas] o menores) que pueden manipularse sin necesidad de ayuda mecánica.

Línea de vaciado: véase *línea de descarga*.

Línea montada en el parachoques: línea de mangueras preconectadas ubicadas en el parachoques del vehículo.

Línea para alimentación: véase *manguera de abastecimiento en serie*.

Líneas de ataque: líneas de mangueras o chorros contraincendios utilizados para combatir, contener o evitar la propagación de un incendio.

Llave para hidrantes: herramienta diseñada para abrir y cerrar hidrantes, así como para retirarles las tapas cierre.

Llave para mangueras: herramienta de pequeño tamaño utilizada principalmente para apretar o aflojar coples de mangueras. Asimismo, puede emplearse como herramienta de palanca o como llave para el gas.

Luces de emergencia: luces de un vehículo diseñadas para atraer la atención de los demás conductores.

Lugar de carga: véase *lugar de llenado*.

Lugar de descarga: lugar de la actuación de trasvase de agua donde los camiones cisterna descargan el agua en depósitos portátiles. También denominado *lugar de vaciado*.

Lugar de llenado: ubicación donde se llenan los camiones cisterna durante una actuación de trasvase de agua.

Luz giratoria de emergencia: luz de emergencia que gira y que sólo proyecta un haz de luz.

M

Manguera blanda: manguera de toma flexible y de gran diámetro utilizada para conectar una bomba contraincendios a una fuente presurizada de abastecimiento de agua.

Manguera con recubrimiento textil: manguera contraincendios fabricada con uno o dos recubrimientos exteriores tejidos en tramas de fibras de algodón o sintéticas.

Manguera de abastecimiento: véase *manguera de abastecimiento en serie*.

Manguera de abastecimiento en serie: manguera que se sitúa entre la fuente de abastecimiento de agua y el autobomba de ataque. Se tiende para proporcionar grandes volúmenes de agua a baja presión. También denominada *línea para alimentación* o *manguera de abastecimiento*.

Manguera de alta presión: manguera que va desde el cilindro de aire al regulador y puede tener la misma presión que el cilindro o una presión ligeramente menor.

Manguera de ataque: manguera que se encuentra entre el autobomba de ataque y la(s) boquilla(s). Asimismo, también se denomina de este modo cualquier manguera utilizada en una línea de mano para controlar y extinguir un incendio. El tamaño mínimo es de 38 mm (1,5 pulgadas).

Manguera de diámetro mediano: manguera de 65 ó 77 mm (2,5 ó 3 pulgadas) que se utiliza tanto para combatir un incendio como para realizar un abastecimiento en serie.

Manguera de gran diámetro: manguera de abastecimiento en serie de entre 90 y 150 mm (entre 3,5 y 6 pulgadas) que se utiliza para transportar grandes volúmenes de agua con rapidez con la cantidad mínima de autobombas y personal.

Manguera de llenado: tramo corto de manguera transportado en los vehículos equipados con cisternas nodrizas para rellenar la cisterna mediante un hidrante u otro vehículo.

Manguera de pequeño diámetro: manguera de entre 20 y 50 mm (entre 0,75 y 2 pulgadas) de diámetro utilizada para combatir incendios.

Manguera nodriza: manguera con refuerzo textil, cubierta de goma y con un forro interior de goma. La manguera nodriza suele llevarse en el vehículo en un carrete y se utiliza para el ataque inicial y para la extinción de incendios incipientes o incandescentes.

Manguera rígida de succión: véase *manguera rígida de toma*.

Manguera rígida de toma: manguera no flexible que conecta una bomba a una fuente de abastecimiento de agua y se utiliza para la succión.

Manguera seca: manguera que no contiene agua; manguera no cargada.

Manguera sin forro: manguera contraincendios que no tiene forro de plástico y que suele utilizarse en sistemas de tuberías montantes interiores y en la lucha contra incendios forestales.

Manguito rígido: véase *manguera rígida de toma*.

Manómetro: instrumento utilizado para mostrar las condiciones de funcionamiento de un accesorio o una pieza del equipo.

Manómetro Bourdon: dispositivo más habitual utilizado para medir las presiones de los sistemas de agua.

Manómetro compuesto: (1) manómetro de presión que puede medir presiones positivas y negativas. (2) Término utilizado para describir el manómetro que mide la presión de toma de una bomba contraincendios.

Manómetro diferencial: dispositivo que se utiliza principalmente para reflejar la diferencia de presión entre dos puntos de un sistema.

Mantenimiento: acción de conservar el equipo o el vehículo en un estado de utilidad y preparado para su utilización.

Marcador de ubicación: dispositivo como, por ejemplo, un marcador reflectante o una banderilla, utilizado para señalar la ubicación de un hidrante contraincendios, de modo que la identificación durante una respuesta a un incendio sea rápida.

MDH: siglas en inglés para *manguera de diámetro mediano*.

Motor del vehículo: motor diesel o de gasolina que acciona mecánicamente la cadena de transmisión del vehículo y el equipo contraincendios que depende de ella. También se denomina *grupo motopropulsor*.

N

National Fire Protection Association (NFPA) (Asociación nacional de protección contraincendios de EE.UU.): asociación educativa y técnica sin ánimo de lucro con sede en Quincy, Massachusetts (EE.UU.) que se dedica a proteger la vida y la propiedad contra los incendios desarrollando normas de protección y formando al público general.

Neblina de alta presión: chorro nebulizador que funciona a altas presiones y se descarga a través de una manguera de pequeño diámetro.

NST: siglas en inglés para *rosca normalizada*.

O

Oficial de abastecimiento de agua del cuerpo de bomberos: oficial a cargo de todos los suministros de agua en el lugar de un incendio. Sus obligaciones son ubicar los autobombas en los hidrantes u otras fuentes de agua de modo que se obtenga el máximo rendimiento, y controlar los abastecimientos de agua complementarios, es decir, las actuaciones de trasvase de agua y de bombero en serie. Este cargo puede ser permanente y a jornada completa, y puede conllevar la responsabilidad de coordinar, junto con otros organismos locales, los proyectos de abastecimiento de agua de interés para el cuerpo de bomberos.

Oído del rodete: orificio de toma situado en el centro del rodete de una bomba centrífuga.

Operario de la bomba: bombero encargado de manipular la bomba y determinar las presiones necesarias para que funcione de modo eficaz.

Organismo de pruebas independiente: organismo independiente contratado para realizar pruebas no viciadas a un vehículo concreto.

P

Panel de la bomba: panel de instrumentos y control ubicado en un autobomba.

Parachoques: estructura diseñada para proporcionar protección por los extremos delantero y trasero de un vehículo.

Patrón: forma del chorro de agua en el momento de salir de la boquilla nebulizadora.

PDP: siglas en inglés para *presión de descarga de la bomba*.

Pérdida de presión por altura: véase *presión por altura*.

Pérdida de presión por fricción: pérdida de presión ocasionada por la turbulencia del agua que se mueve contra las paredes de la manguera o la tubería.

Pinzamiento: doblez muy agudo en una línea de mangueras que hace aumentar la pérdida de presión por fricción y reduce el flujo de agua en la manguera.

Plataforma elevadiza articulada: dispositivo elevadizo formado por dos o más tramos unidos mediante bisagras que se doblan para facilitar su funcionamiento. El extremo del dispositivo dispone de una plataforma para transportar al personal.

Plataforma para prevenir electrocuciones: plataforma corredera montada bajo los estribos laterales o bajo el escalón trasero de un vehículo equipado con un dispositivo elevadizo. Su función es reducir las posibilidades de que el conductor/operario se electrocute en caso de que el dispositivo elevadizo entre en contacto con cables o equipos con carga eléctrica.

Pozo de succión: depósito de agua subterráneo desde el que se succiona agua para realizar pruebas a los autobombas. Suele estar ubicado en los centros de entrenamiento.

Preconexión: (1) manguera de ataque conectada a una descarga cuando la manguera está cargada. De este modo se reduce el tiempo que se tarda en tender la manguera para combatir el incendio. (2) Manguera blanda de toma que se transporta conectada a la toma de la bomba.

Presión: fuerza por unidad de área medida en kilopascales (kPa) o en libras por pulgada cuadrada (lb/pulg²).

Presión atmosférica: presión ejercida por la atmósfera sobre la superficie de la tierra debida al peso del aire. La presión atmosférica a nivel del mar es de aproximadamente 101 kPa (14,7 lb/pulg²). La presión atmosférica aumenta a medida que se desciende por debajo del nivel del mar, y disminuye a medida que se asciende por encima del nivel del mar.

Presión de descarga de la bomba: presión de velocidad real (medida en kilopascales o en libras por pulgada cuadrada) del agua en el momento en que abandona la bomba y penetra en la línea de mangueras.

Presión de flujo: presión creada por el índice de flujo (velocidad del agua) que sale de una apertura de descarga.

Presión de la boquilla: presión de velocidad a la que se descarga el agua desde una boquilla.

Presión de toma: presión que entra en una bomba contraincendios.

Presión del hidrante: cantidad de presión suministrada por un hidrante sin otro tipo de ayuda.

Presión del vehículo autobomba: véase *presión neta de descarga de la bomba*.

Presión neta: véase *presión neta de descarga de la bomba*.

Presión neta de descarga de la bomba: cantidad real de presión que produce la bomba. Si se toma de agua desde un hidrante, es la diferencia entre la presión de toma y la presión de descarga. Si se realiza una operación de succión, es el resultado de sumar la presión de toma y la presión de descarga. (NOTA: a la presión de toma se le resta la pérdida de presión por la altura de descarga y por la fricción de toma, y se le suma la presión de descarga.) También se denomina *presión neta* o *presión del vehículo autobomba*.

Presión por altura: aumento o pérdida de presión en un línea de mangueras debido a un cambio en la elevación. También denominada *pérdida de presión por altura*.

Presión total: cantidad total de presión perdida en un ensamblaje de mangueras debida a la pérdida de presión por fricción en la manguera y en los accesorios, a la pérdida de presión por altura, o cualquier otro factor.

Principio Venturi: si se hace pasar un fluido a presión por un orificio de tamaño reducido, se produce una disminución en la presión ejercida contra los laterales del orificio y un aumento correspondiente de velocidad en el fluido. Como el aire circundante se encuentra a una presión mayor, se acelera en la zona de menor presión.

Prueba de flujo: pruebas realizadas para determinar las capacidades de los sistemas de abastecimiento de agua. El objetivo de una prueba de flujo es determinar la cantidad (litros o galones por minuto) y las presiones disponibles en una ubicación específica de un sistema concreto de abastecimiento de agua.

Prueba de servicio: conjunto de pruebas realizadas a un vehículo o al equipo para asegurarse de que están en plenas condiciones de funcionamiento. Estas pruebas deben realizarse como mínimo una vez al año o siempre que un vehículo o equipo se haya visto sometido a reparaciones de gran envergadura.

Pruebas de aceptación: pruebas realizadas a los vehículos y a los equipos contraincendios antes de su entrada en servicio. Se llevan a cabo en la planta de fabricación o tras la entrega con el fin de garantizar al comprador que el vehículo o el equipo cumple con las especificaciones de la licitación.

Pruebas de certificación: pruebas realizadas a un dispositivo elevadizo, una escala, una bomba y otros equipos antes de que éstos entren en servicio y que se llevan a cabo en laboratorios de pruebas independientes antes de la entrega del vehículo. Estas pruebas garantizan que el vehículo o el equipo tendrán el rendimiento esperado tras entrar en servicio.

Pruebas del fabricante: pruebas realizadas por el fabricante a dispositivos elevadizos o a bombas contraincendios antes de la entrega del vehículo.

Pruebas en carretera: pruebas de maniobrabilidad de un vehículo realizadas con anterioridad a su entrada en servicio y que están diseñadas para determinar la estabilidad de la conducción por carretera.

Pruebas realizadas antes de la entrada en servicio: pruebas realizadas en las bombas contraincendios o en los dispositivos aéreos antes de que entren en servicio. Estas pruebas se dividen en pruebas del fabricante, pruebas de certificación y pruebas de aceptación.

PTO: siglas en inglés para *toma de fuerza*.

R

Reacción de la boquilla: fuerza de reacción provocada por la velocidad de descarga del agua y que está dirigida contra la persona que sujeta una boquilla o un dispositivo unido a una boquilla.

Recipiente colector: véase *depósito portátil*.

Regulador: dispositivo interno que regula la presión para controlar la presión de descarga de la bomba limitando las revoluciones del motor.

Regulador de presión: dispositivo de control de presión que controla la velocidad de la bomba y, por tanto, elimina las situaciones peligrosas derivadas de presiones excesivas.

Regulador para el acelerador: dispositivo que controla la velocidad del motor.

Rejilla de la toma: rejilla utilizada para que no penetren objetos extraños en la bomba.

Rodete: pieza de circulación con paletas que forma parte de la bomba centrífuga que transmite movimiento al agua.

Rosca normalizada: rosca de dimensiones específicas que utiliza el cuerpo de bomberos y que cumple las especificaciones de la NFPA 1963 *Standard for Fire Hose Connections* (Norma sobre las conexiones de mangueras contraincendios).

S

Serie: utilización de dos o más autobombas para transportar agua a distancias que requerirían una presión excesiva si sólo se utilizara un autobomba.

Serie de presión constante: método para establecer un abastecimiento de agua en serie en el que se utilizan dos o más autobombas para abastecer al autobomba de ataque. Este método reduce la necesidad de realizar cálculos sobre la pérdida por fricción, que a menudo hacen perder mucho tiempo y son confusos en el lugar del incendio .

Servicio de aguas: autoridad municipal responsable del sistema de abastecimiento de agua de una comunidad.

Siamesa: accesorio para mangueras utilizado para combinar dos o más líneas de mangueras y unir las en una sola. La siamesa suele tener entradas hembra y una salida macho y suele utilizarse para abastecer la manguera que va hasta la tubería para escala.

Sifón: tramo de manguera rígida de succión o de tubería que se utiliza para mantener el mismo nivel de agua en dos o más depósitos portátiles.

Sifón a chorro: tramo de tubería o de manguera rígida de succión con una línea de descarga de 38 mm (1,5 pulgadas) en el interior que impulsa el flujo de agua a través del conducto. El sifón a chorro se utiliza entre depósitos portátiles para mantener la máxima cantidad de agua en el depósito desde el que está succionando el autobomba.

Sistema de bombeo directo: sistema de suministro de agua abastecido por un sistema de bombas en lugar de por tanques de almacenaje elevado.

Sistema de distribución: parte de un sistema de abastecimiento general de agua que recibe el agua de una estación de bombeo y la distribuye por toda la zona a la que abastece.

Sistema de distribución de agua: sistema diseñado para administrar agua con fines residenciales, comerciales, industriales o de protección contraincendios. Dicho abastecimiento de agua se lleva a cabo mediante una red de tuberías y equipo de desarrollo de presión.

Sistema de red de canalizaciones de agua: sistema en el que se interconectan diversas tuberías de agua en un patrón cuadrado.

Sistema de tuberías montantes: sistema de tuberías húmedo o seco en un edificio grande de una sola planta o de varias plantas que está conectado a salidas de mangueras contraincendios. El sistema se utiliza para proporcionar un tendido rápido de líneas de mangueras durante las actuaciones de lucha contraincendios.

Sistema de tuberías montantes secas: sistema de tuberías montantes cuyas válvulas de abastecimiento de agua están cerradas o que no dispone de un abastecimiento de agua permanente.

Sistema en cascada: tres o más cilindros de grandes dimensiones que suelen tener cada uno una capacidad de 8.490 L (300 pies cúbicos) y que están interconectados. Se utilizan para recargar los cilindros de los aparatos de respiración autónoma.

Sistema en cascada de proporción de aire: tres o más cilindros de grandes dimensiones que suelen tener cada uno una capacidad de 8.490 L (300 pies cúbicos) y que se utilizan para recargar los cilindros de los aparatos de respiración autónoma.

Sistema por gravedad: sistema de suministro de agua que utiliza únicamente la fuerza de la gravedad para propulsar el agua a través del sistema. Este tipo de sistema suele utilizarse conjuntamente con una fuente elevada de almacenamiento de agua.

Solución de espuma: mezcla de concentrado de espuma y agua una vez que ha salido del dosificador pero antes de descargarla por la boquilla y de que se le añada aire.

Succión: proceso de obtención de agua a partir de una fuente estática a través de una bomba situada a una altura superior a la de la fuente de suministro de agua. La presión atmosférica sobre la superficie del agua hace que el agua entre en la bomba, donde se ha creado un vacío parcial.

Superficie: nivel del suelo natural y sin alteraciones.

Suspensión en tándem: suspensión de dos ejes.

T

Tabique: mamparo parcial intermedio que reduce del efecto de oleaje en una cisterna parcialmente cargada de líquido.

Tablas para la bomba: tablas que se llevan en el vehículo contraincendios para ayudar al operario de la bomba a determinar la presión adecuada de descarga de la bomba que hay que utilizar para abastecer a las líneas de mangueras.

Tablero posterior: escalón trasero del vehículo contraincendios.

Tacómetro: indicador situado en el salpicadero o el panel de la bomba que mide la velocidad del motor en revoluciones por minuto (rpm).

Tanque plegable: véase *depósito portátil*.

Tanque portátil: véase *depósito portátil*.

Tirón: condición que se produce cuando se acelera el motor más de lo necesario dado un determinado conjunto de condiciones. Puede provocar una emisión excesiva de partículas de carbono, la dilución del aceite y un mayor consumo de combustible. Se puede evitar utilizando marchas cortas y técnicas de cambio adecuadas.

Toma: entrada de agua en una bomba contra incendios.

Toma de fuerza: eje giratorio que transfiere la fuerza mecánica del motor al equipo auxiliar.

Torre de agua: dispositivo elevadizo cuya función principal es tender un chorro maestro elevado. No suele utilizarse para actuaciones en las que las personas tengan que trepar por ella. También denominado *dispositivo de chorro maestro elevado*.

Tracción: acción de ejercer una fuerza de arrastre.

Tramo articulado: parte del brazo de una plataforma elevadiza articulada.

Trepabilidad: capacidad de un vehículo para desplazarse por diversas configuraciones de terreno.

Tubería de alimentación: tubería que conecta la tubería montante del sistema de rociadores a las tuberías cruzadas. Las tuberías cruzadas son las que abastecen directamente una serie de líneas secundarias donde se instalan los rociadores.

Tubería de alimentación primaria: tubería grande (canalización), relativamente ancha, que transporta grandes cantidades de agua a varios puntos del sistema para distribuirla localmente a canalizaciones menores.

Tubería de extremo muerto: tubería de agua sin bucles en la que el agua puede fluir en una sola dirección.

Tubería de la cama de una escala: sección no proyectable de tubería con un diámetro de 77 ó 90 mm (3 ó 3,5 pulgadas), unida a la parte inferior de la cama de una escala elevadiza y cuya función es desplegar un chorro maestro elevado.

Tubería para escala: boquilla de chorro maestro montada en el tramo corredizo de una escala elevadiza.

Tubería para torre: accesorio para chorros maestros grandes montado en un autobomba o en un remolque y conectado directamente a una bomba.

Tubería portátil para escala: dispositivo de chorro maestro elevado y portátil sujeto a los dos peldaños superiores de la escala elevadiza, si es necesario, y que se abastece de una manguera contra incendios de 77 ó 99 mm (3 ó 3,5 pulgadas).

Tubo aplicador: tubo curvado unido a una boquilla para aplicar agua con mayor precisión sobre un objeto en llamas.

Tubo de Bourdon: parte de un manómetro de presión que dispone de un tubo curvo y plano que cambia su curvatura a medida que cambia la presión. Este movimiento se transfiere de modo mecánico a la aguja del dial.

Tubo de Pitot: instrumento que dispone de un tubo de Bourdon y que se inserta en un chorro de agua para medir la presión de velocidad del chorro. El manómetro ofrece una lectura en kilopascales (kPa) o en libras por pulgada cuadrada (lb/pulg²).

Tubo del piezómetro: dispositivo que utiliza las alturas de columnas de líquido para ilustrar las presiones existentes en los sistemas hidráulicos.

Tubo eductor: dispositivo dosificador que inyecta concentrado de espuma en el agua que fluye por una línea de mangueras o por una tubería.

Tubo eductor alineado: tubo eductor colocado en algún lugar a lo largo de la línea de mangueras.

Tubos eductores de espuma: tipo de dosificador de espuma utilizado para mezclar concentrado de espuma en las proporciones adecuadas con un chorro de agua para producir solución de espuma.

U

Ubicación óptima: colocación del vehículo en una ubicación que proporciona la máxima eficacia de funcionamiento en el lugar del incendio.

UL: siglas de Underwriters Laboratories, Inc.

Underwriters Laboratories, Inc. (UL): laboratorio independiente de investigación y pruebas contra incendios.

Unidad de avituallamiento: vehículo de emergencia que proporciona comida, bebida y otros servicios necesarios al personal de emergencia que trabaja en incidentes de larga duración.

Unidad de campo: véase *vehículo contra incendios forestales*.

Unidad de respuesta: unidad médica de urgencias que transporta equipo de primeros auxilios y/o equipo de soporte vital avanzado, pero que no está equipada para transportar pacientes.

Unidad de suministro de aire: vehículo diseñado para rellenar los cilindros de aire vacíos de los aparatos de respiración autónoma en el lugar de una emergencia.

Unidad térmica británica (Btu): cantidad de energía calorífica necesaria para elevar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua. Una Btu = 1,055 kJ.

V

Vacío: espacio completamente libre de materia o presión. El cuerpo de bomberos suele utilizarlo para describir una presión que es ligeramente inferior a la presión atmosférica. Se necesita realizar el vacío para facilitar la succión de agua de una fuente de abastecimiento estática.

Vagón de transporte: (1) vehículo de abastecimiento de agua de una compañía de dos unidades. (2) Vehículo especial que transporta una gran cantidad de manguera.

Válvula: dispositivo mecánico con un orificio que controla el flujo de un líquido o de un gas.

Válvula de bisagra: válvula abisagrada que permite que el agua fluya en una sola dirección.

Válvula de compuerta: válvula de control con una placa sólida que se acciona mediante un mecanismo compuesto por una llave y un tornillo. Si se gira la llave, se mueve la placa permitiendo u obstruyendo el paso del agua.

Válvula de conmutación: válvula utilizada para situar las bombas centrífugas de posiciones múltiples en función del volumen o de la presión.

Válvula de desahogo: válvula ubicada en una toma que deja pasar el aire de la línea de abastecimiento a la que está unida para purgarla antes de dejar que el agua entre en la bomba.

Válvula de émbolo: válvula con un émbolo interno que se mueve en el interior de un cilindro para controlar el flujo de agua que pasa a través de la válvula.

Válvula de hidrante de cuatro vías: dispositivo que permite a un autobomba impulsar la presión de una línea de abastecimiento conectada a un hidrante sin tener que interrumpir el flujo de agua.

Válvula de mariposa: tipo de válvula de control que dispone de un deflector plano que funciona con una llave de un cuarto de vuelta.

Válvula de purga: válvula colocada en una bomba de descarga para facilitar la eliminación de presión en una línea de mangueras después de haber cerrado la descarga.

Válvula de seguridad: dispositivo de control de la presión diseñado para evitar las condiciones de peligro provocadas por las presiones excesivas. Actúa desviando el exceso de presión hacia la toma de la bomba.

Válvula de seguridad de la toma: válvula diseñada para evitar que se produzcan daños en la bomba provocados por golpes de ariete o aumentos repentinos de la presión.

Válvula del circulador: dispositivo de una bomba que dirige el agua de la bomba hacia el abastecimiento para mantener la bomba fría cuando se cierran las líneas de mangueras.

Válvula dosificadora: válvula utilizada para equilibrar o dividir el suministro de aire entre el sistema de aireación y el cuadro de válvulas de descarga de un sistema de espuma.

Válvula esférica: válvula con una pieza interna en forma de esfera cuyo centro está atravesado por un orificio y que deja que el agua fluya a través de ella cuando está alineada con la vía de agua.

Válvula indicadora: válvula de la tubería de agua que muestra visualmente si está abierta o cerrada.

Válvula limitadora del freno: válvula que permite ajustar los frenos del vehículo a las condiciones reales de la carretera.

Válvula reductora de presión: pequeña válvula de seguridad que se abre y proporciona un flujo de agua suficiente hacia dentro y hacia fuera de la bomba para evitar que la bomba se sobrecaliente cuando funciona en un sistema cerrado.

Válvula reguladora: válvula automática que permite el flujo de líquido en un solo sentido.

Válvula relé: dispositivo de liberación de presión situado en el extremo de abastecimiento de la bomba que está diseñado para proteger la manguera y la bomba de aumentos de presión perjudiciales, que son muy habituales en las actuaciones de bombeo en serie.

Válvula relé en línea: válvula colocada en algún lugar a lo largo de una manguera de abastecimiento que permite que un autobomba se conecte a la válvula para impulsar la presión de la manguera.

Válvula relé, en línea: válvula especial que se inserta en el punto medio de una manguera larga conectada en serie. Esta válvula permite que otro autobomba se conecte a la línea para impulsar la presión sin tener que interrumpir el flujo actual de agua.

Vehículo autobomba: autobomba del cuerpo de bomberos.

Vehículo con dispositivos elevadizos: vehículo de bomberos equipado una escala hidráulica o con una plataforma elevadiza cuyo objetivo es situar al personal y/o los dispositivos de emisión de agua a la altura necesaria.

Vehículo con plataforma elevadiza telescópica: tipo de vehículo equipado con una plataforma elevadiza. Asimismo, dispone de sistemas de tuberías y boquillas para realizar actuaciones con chorros maestros elevados. Estos vehículos no están diseñados para subirse a ellos y están equipados con una escala pequeña que sólo debe utilizarse para salir de la plataforma en caso de emergencia.

Vehículo contra incendios forestales: vehículo contraincendios diseñado especialmente para combatir incendios forestales. Véase *vehículo de ataque inicial* y *autobomba forestal*.

Vehículo contraincendios: cualquier vehículo de emergencias del cuerpo de bomberos utilizado en la supresión de incendios o en cualquier otra situación de emergencia.

Vehículo de abastecimiento de agua: vehículo contraincendios con una cisterna de agua de 4.000 L (1.000 galones) o mayor cuyo propósito principal es transportar agua. Este camión también puede transportar una bomba, algunos tramos de mangueras y otro equipo. También se conoce como *camión cisterna*.

Vehículo de ataque inicial: vehículo contraincendios cuyas funciones principales son iniciar el ataque al fuego en incendios estructurales y forestales y ofrecer apoyo a las actuaciones del cuerpo de bomberos relacionadas con estos incendios. Se puede clasificar en *autobomba de ataque inicial pequeño* y *mediano*.

Vehículo de ataque ligero: véase *vehículo de ataque inicial*.

Vehículo de bombeo: vehículo del cuerpo de bomberos cuya función principal es bombear agua.

Vehículo de combinación cuádruple: vehículo contraincendios combinado de cuatro elementos. Este tipo de vehículos consta de una cisterna de agua, una bomba y una manguera de una autobomba, así como del complemento de escala de una compañía de vehículo escala.

Vehículo de combinación quíntuple: vehículo contraincendios equipado con una bomba contraincendios, una cisterna de agua, escalas, una cama para mangueras y, además, un dispositivo elevadizo.

Vehículo de emergencias: furgón o vehículo de un tipo similar utilizado para transportar equipo portátil y personal.

Vehículo de intervención rápida (VIR): vehículo pequeño de lucha contraincendios y de respuesta rápida que transporta, como mínimo, 2.400 L (600 galones) de agua para producir AFFF, además de, como mínimo, 225 kg (500 libras) de polvo químico seco o Halón 1211.

Vehículo de rescate ligero: vehículo de rescate pequeño que suele estar montado en un bastidor de entre 907,20 kg y 1.360,78 kg (entre 1 y 1,5 toneladas estadounidenses). Está diseñado para actuar sólo en funciones básicas de descarcelación y soporte vital, y sólo transporta herramientas de mano y equipo pequeño.

Vehículo de rescate mediano: vehículo de rescate ligeramente mayor y mejor equipado que un vehículo de rescate ligero. Este vehículo puede transportar herramientas hidráulicas de separación y de corte, sistemas de cojines neumáticos, sierras mecánicas, equipo de corte de oxiacetileno, cuerdas y equipo de poleas, así como equipo básico.

Vehículo de rescate pesado: vehículo grande de rescate que puede estar fabricado sobre un bastidor a medida o sobre un bastidor comercial. El equipo adicional transportado en la unidad de rescate pesada consiste en caballetes, grúas de mástil, sistemas en cascada, grupos electrógenos, equipo para construir zanjas y almacenar herramientas, equipo para bombas pequeñas y para espuma, cabrestantes grandes, brazos hidráulicos, grandes cantidades de cuerdas y poleas, compresores de aire y escalas.

Vehículo forestal: vehículo del cuerpo de bomberos diseñado específicamente para combatir incendios forestales. También se denomina *vehículo nodriza* y *autobomba forestal*.

Vehículo no satisfactorio: vehículo que no satisface las normas establecidas por la NFPA.

Vehículo nodriza: véase *vehículo forestal*.

Vehículo normalizado: vehículo que cumple las normas establecidas por la NFPA acerca del diseño de los vehículos.

Vehículo tractor con remolque y con escala elevadiza: vehículo con escala elevadiza que dispone de una unidad mecánica de tracción y de un remolque donde contiene la escala elevadiza, escalas de suelo y zonas para almacenar equipo. Otra persona, llamada operario del remolque, conduce el remolque de modo independiente del tractor.

Velocidad: cantidad de movimiento en una dirección determinada. Se mide en metros por segundo (pies por segundo), en kilómetros por hora (millas por hora), etc.

Velocidad de descarga: velocidad a la que pasa el agua a través de un orificio.

Velocímetro: indicador del salpicadero que mide la velocidad a la que se desplaza un vehículo.

Vía de agua: camino por el que fluye el agua a través de una manguera o una tubería.

Voltímetro: dispositivo utilizado para medir el voltaje existente en un sistema eléctrico.

Y

Zona de espera: (1) ubicación alejada del lugar de la emergencia donde se reúnen las unidades a la espera de que se les asigne una posición en el lugar de la emergencia. (2) Ubicación del lugar de la emergencia donde se colocan las herramientas antes de utilizarlas o donde se reúne el personal antes de que se le asigne una misión.

Índice analítico

A

- acomodo en acordeón (mangueras)
 - avance, 477
 - descripción, 417
 - manipulación, 429
 - realización, 449–450
- sistemas de contabilización, 29-30, 551
- adaptadores
 - eléctricos, 188
 - piezas de ajuste, 403
 - para tendidos de mangueras, 409
 - adaptador contenedor, 187
- adiciones, Programa de asistencia para empleados, 22–23
- boquillas ajustables de chorro nebulizador, 495–496
- unidades de soporte vital avanzado, 12, 212
- aireación de espumas, 499
- combustibles aéreos, 553
- dispositivos aéreos de chorro maestro, 543-544
- aerosoles, para revisar detectores de humo, 675
- AFFF (espuma formadora de película sintética acuosa)
 - extintores, 126, 128, 509
 - boquillas utilizadas para, 504, 512
- escalas de tijera, 259, 287
- SIDA, precauciones para evitar la transmisión del, 22
- boquillas de espuma para aspirar aire, 512
- air bags*
 - en automóviles, 201, 548
- cojín neumático
 - herramienta de descarcelación, 195-196, 199
- cinceles neumáticos, 193
- rescate aéreo y protección contra incendios. *Véase*
 - bombero de aeropuerto
 - ensamblaje del cilindro de aire (aparato de respiración autónoma)
 - cambio, 110, 119–121
 - descripción, 96
 - colocación, 101
 - llenado, 113–118
 - mantenimiento, 105, 106–107
 - sistemas de alerta por bocinas de aire, 645
 - dispositivos de control del aire, 551
 - bombero de aeropuerto, 10, 511, 529
 - herramientas neumáticas, 192–193
 - extintores de agua de aire presurizado (APW). *Véase* extintores de agua con presión contenida.
 - equipo de recepción de alarmas, 637
 - sistemas de alarma
 - Véase también* detectores
 - Véase también* sistemas de rociador
 - sistemas automáticos de alarma, 567-571
 - estación central, 569–570
 - funciones de los, 559
 - sonidos y luces indicadores de los, 566
 - sistema de propiedad, 569
 - estación remota, 568
 - supervisión, 570–571
 - tipos de, 559
 - alarmas por flujo de agua, 578
- Identificación automática de ubicación, 641–642
- Identificación automática de número, 641
- vehículo. *Véase* vehículo contra incendios
- extintores APW (de agua de aire presurizado). *Véase* extintores de agua con presión contenida
- espuma formadora de película sintética acuosa (AFFF)
 - extintores, 126, 128, 509
 - boquillas utilizadas para, 504, 512
- tejados en forma de arco, 355, 359-360
- ARFF (rescate aéreo y protección contra incendios). *Véase* bombero de aeropuerto
- transporte de escalas con los brazos extendidos hacia abajo (escalas), 295, 311
- dosificadores alrededor de la bomba, 511
- gases asfixiantes, 56
- atmósfera
 - presión atmosférica, 39
 - tóxica, 88–93
- herramienta en forma de A, 256-257, 274
- líneas de ataque (líneas de mangueras)
 - incendios subterráneos, 545–547
 - primera compañía de autobomba en llegar, 542
 - acomodos de manguera para, 420–422
 - funcionamiento, 434–436
 - procedimientos de revisión, 596–597
 - en emergencias de vehículo, 548
- ataques
 - Véase también* tácticas de control de incendios
 - ataque aéreo, 543
 - combinación, 527–528
 - directo, 525, 556
 - indirecto, 527, 556
 - inicial, 178, 542, 545
 - en edificios de varias plantas, 178, 545

responsabilidades de la compañía de vehículo-escala, 543
 ventilación coordinada con, 346
 en incendios forestales, 556
 puertas cortafuegos de cierre automático, 250
 boquillas automáticas (presión constante), 495
 identificación automática de ubicación, 641-642
 identificación automática de número, 641
 equipos de rociador automático, 592
 localización automática de vehículos, 636
 accidentes automovilísticos, 197-205. *Véase también* emergencias de vehículos
 AVL (localización de vehículo automática), 636
 hachas
 romper cristales con, 260
 llevar, 240, 241
 cortar aperturas de ventilación, 361, 374-375
 de leñador, 234, 239
 entrada forzada con, 263
 izamiento de, 157, 170
 mantenimiento, 242-243
 pintura, 243
 de bombero, 234, 255

B

tablas rígidas para mover víctimas, 185, 219-221
 explosión de humo (*backdraft*)
 descripción, 30, 54-55
 peligros, 522
 indicadores, 348-349
 afectado por la ventilación, 348-349
 lesiones de espalda, 25
 ensamblaje de mochila y arnés (aparato de respiración autónoma), 95-96, 101, 105
 construcción ramificada, 361-362
 extensión en forma de globo, 594-595, 612-613
 válvulas esféricas, 406, 407, 497
 destornillador de cerrajero, 257, 258
 escalas de extensión, 286
 método de aplicación de espuma de caída, 514

gatos de tornillo de barra, 191
 sótanos, ventilación, 352, 361-362
 unidades base de medición, 34
 jefes de batallón, 6
 arietes, 239
 detectores de humo aplicados en vigas, 563-564
 levantamiento del larguero (escalas), 321-322
 larguero de escala, 281, 289, 292
 vuelta de escota (nudo de tejedor), 156, 169
 incendios subterráneos, 545-547
 dobleces en mangueras, 416
 gaza, 154, 155, 160
 detectores térmicos bimetálicos, 561-562
 arrastre con una manta (para mover víctimas), 186, 228-229
 BLEVE (explosión por expansión del vapor de un líquido en ebullición), 530, 534
 ataque aéreo, 543
 sistemas de polea doble y polispasto, 196-197
 construcción con cordón en bloque (cuerda), 148
 soporte vital básico, 11
 Explosión por expansión del vapor de un líquido en ebullición (BLEVE), 530, 534
 tijeras cortapernos, 236, 259, 276
 líneas de mangueras nodrizas
 construcción de, 398
 montaje de, 422
 uso para pequeños incendios, 525, 549
 cerraduras cilíndricas, 251
 as de guía, 155, 157, 158, 163
 cuerda trenzada, 150, 151
 cuerda de trenzado doble, 150, 151
 coples para mangueras de latón, 402
 ladrillos
 indicadores de hundimiento, 73
 afectados por el incendio, 69
 muros, derrumbamiento, 265
 puente (mangueras), 399, 412-413
 unidad térmica británica (Btu), 36
 chorros rotos, 492, 496-498
 compañía forestal, 8
 incendios forestales, extinción, 552
 Btu (unidad térmica británica), 36,

edificios
 establecimientos comerciales, 588-590, 658
 tácticas de control de incendios, 544-545
 seguridad del bombero, 29-30, 180-181, 522
 indicadores de hundimiento, 73-74
 instalaciones industriales, 42, 91-93
 ataques de varias plantas, 178, 545
 tácticas de control de incendios de varias plantas, 544-545
 peligros para el bombero en varias plantas, 180-181, 545
 búsqueda y rescate de varias plantas, 178, 180-181
 ventilación de varias plantas, 347, 348, 350-352
 búsqueda y rescate, 178, 180-181, 206-208
 esfuerzos de ventilación, 349-352
 válvulas de mariposa, 406, 407
 despliegue de escala primero por la base, 332-334
 base de una escala, 282, 292

C

armario para lavar mangueras, 402
 envío asistido por ordenador, 635-636, 638-639
 humo envasado, revisión de detectores de humo, 675
 muros voladizos, 69, 207
 accidentes de coche. *Véase* emergencias de vehículos
 dióxido de carbono
 extintores
 descripción, 126, 129-130, 136
 funcionamiento, 141-142
 clasificaciones, 125
 utilizado en incendios de clase C, 535
 peligros, 56, 89
 monóxido de carbono
 rango de inflamabilidad, 44
 peligros, 56, 89-91
 carboxihemoglobina, 90
 reanimación cardiopulmonar, 184
 bombero profesional, 5
 cubos (bolsas de escombros), 592, 593

- extintores operados con cartucho, 131, 143-144
- ventanas de fábrica (proyectables), 261
- coples fundidos, 403
- hierro colado, afectado por el incendio, 69-70
- recipiente, 595, 617-618
- causas de incendios, 623-627. *Véase también* pruebas, conservación
- hundimientos, 208-210
- rescates en cuevas, 210
- techos
 - altura y desarrollo del incendio, 52
 - incendios ocultos en, 598
- boquillas de interior, 547, 551
- teléfonos móviles, 636
- Celsius (medición), 34, 36
- sistemas de alarma de estación central, 569-570
- dispositivos de protección, 413
- cadena de mando, 7, 17
- reacciones en cadena, 47-48, 57-58
- cadena
 - como herramientas de
 - descarcelación, 194-195
 - herramienta de mangueras, 413
 - vehículos estabilizadores, 200
 - sierras de cadena, 27, 235, 240, 358
 - traslado en silla, 185, 224-226
 - ventanas de guillotina, 260-261
 - rociadores de pastilla química, 574, 575
- química
 - cambios químicos de materia, 40
 - energía química, 35
 - inhibición de la reacción química en cadena (extinción de incendios), 57-58
 - energía térmica química, 45-46, 657
 - reacciones químicas
 - reacciones en cadena, 47-48, 57-58
 - control, 656-657
 - descripción, 39-40
 - componente del tetraedro del fuego, 41, 656
 - en cadena, 47-48, 656
 - efecto chimenea durante la ventilación, 346, 347
- chimeneas
 - extinción de incendios en el conducto de una chimenea, 69, 127
 - inspección, 670
 - escapes de gas de cloro, peligros respiratorios, 91
 - agitación durante la ventilación, 367
 - canales para retirar agua, 595, 614-616
 - sierras circulares
 - cortar ventanas con barrotes, 264
 - cortar puertas, 254
 - cortar ventanas de plástico Lexan®, 263
 - cortar cerrojos, 258-259
 - cortar aperturas de ventilación, 258
 - descripción, 27, 235
 - seguridad del bombero, 27, 240
 - seguridad, 240
 - análisis del estrés en incidentes críticos, 23
 - abrazaderas para mangueras, 411-412, 434
 - válvulas de esclusa, 406, 407
 - clasificación de los incendios
 - Clase A
 - incendios subterráneos, 545-547
 - extintores para, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131
 - agentes de extinción, 58, 127, 134, 499, 500, 505, 508, 512
 - tácticas de control de incendios, 522-528, 541-548
 - entrenamiento para, 27-28
 - Clase B
 - extintores para, 125, 126, 128, 129, 130, 131
 - agentes de extinción, 134, 499, 500-505, 507, 508, 530, 531-532
 - tácticas de control de incendios, 529-535
 - Clase C
 - extintores para, 125, 126, 130, 131
 - agentes de extinción, 58, 134, 535, 537
 - tácticas de control de incendios, 535-540
 - Clase D
 - extintores para, 126, 129, 130, 541
- agentes de extinción, 59-60, 132-133, 134, 541
- tácticas de control de incendios, 541
 - descripción, 58-60
- herramienta de pinzas, 237
- lenguaje simple (texto claro), 645
- subir por escalas, 304
- aparato de respiración autónoma de circuito cerrado (SCBA), 95, 99
- nudo de ballestrinque, 155-156, 157, 164-165
- (GNC) gas natural comprimido, 533, 534, 549
- hundimiento de edificios
 - zonas de hundimiento, 74
 - condiciones peligrosas, 29-30, 207-208, 522
 - indicadores de hundimiento, 73-74
 - contabilización de personal, 29-30
 - situaciones de rescate, 206-208
- ataque de combinación, 527-528
- escala de combinación, 287
- acomodo de combinación (mangueras), 418, 453-454
- materiales combustibles, 529, 668, 669
- combustión
 - descripción, 40-41
 - calor y, 45
 - post-flashover*, 42
 - energía liberada durante la, 35
 - productos de la, 55-56
- mando, sistema de gestión de incidentes (SGI), 15
- mando, transferencia de, 17-18
- puesto de mando, 550, 648
- personal de mando, 15, 17. *Véase también* jefe de incidente
- establecimientos comerciales, 588-590, 658. *Véase también* instalaciones industriales
- prácticas de comunicación
 - espacios cerrados, 550-551
 - labores del bombero, 9
 - método de los tirones, 550-551
 - durante búsquedas primarias, 177-178
- centros de comunicaciones
 - descripción, 633, 636
 - envío, 633, 634, 644-645, 647
 - informes de emergencia, 640-644
 - equipo, 636-638

- llamadas no urgentes, 640
 derivaciones a otras
 organizaciones, 634-635
- personal de
 comunicaciones/telecomunicaciones
 descripción, 10
 procedimientos de
 radiocomunicación, 645-647, 649
 funciones y responsabilidades, 633-635
 requisitos de destrezas, 635-636
- incendios en compartimientos, 48-53
- gas natural comprimido, 533, 534, 549
- compresión, calor de, 47
- envío asistido por ordenador (CAD), 635-636, 638-639
- equipo informático, actuaciones de salvamento, 588
- hormigón
 afectado por el fuego, 69, 70-71
 suelos, derrumbar suelos, 266-267
 reforzado, 70-71
 tejados, 360-361
 muros, romper muros, 265
- conducción, 36-37, 353, 354
- espacios cerrados, 91-92, 549-552
- boquillas de presión constante (automáticas), 495
- lentes de contacto y aparatos de respiración autónoma de protección, 93
- detectores térmicos de cable lineal, 561
- válvulas de control en boquillas, 497
- convección, 37
- peligros de la cocción, 668
- acordonamiento de los lugares, 29
- cuerdas de algodón, 148, 149
- puertas contrabalanceadas, 250
- coples de mangueras (proceso), 415, 446-447
- coples en mangueras
 adaptadores de ajuste comparados con, 403
 romper conexiones, 412
 cuidado, 405-406
 daños, 399
 descripción, 397
 indicación de la dirección de la
 línea de mangueras, 181
 aflojar y apretar, 412
 tipos de, 402-405
- cobertura, salvamento, 590-591, 594-596, 600-613
- reanimación cardiopulmonar. *Véase* reanimación cardiopulmonar
- grietas en estructuras que indican hundimiento, 73, 74
- transporte en brazos, 185, 215
- ventanas proyectables, 261
- gateo por el suelo debajo del humo, 109, 673
- apuntalamiento
 equipo utilizado para el, 190
 estructuras estabilizadoras para el, 199, 200, 205, 206, 208
 almacenamiento, 192
 madera utilizada para el, 192
- análisis del estrés en incidentes críticos, 23
- preconexiones de tendido cruzado, 421
- palancas, 237
- control de multitudes, 10, 29
- Sistema anglosajón de medida, 34
- bordes de corte de herramientas, mantenimiento, 242
- herramientas de corte, 234-236, 258
- D**
- daños a bienes, 587
- áreas de peligro, emergencias eléctricas, 539
- tablero de instrumentos, retirar, 205, 206
- bases de datos, 10
- personas con problemas de audición
 alarmas para, 566
 contactar con centros de comunicaciones, 637-638
- bolsas de escombros (cubos), 592, 593
- túneles de escombros, 209
- disminución en el desarrollo del incendio, 49, 51-52
- difuminación, 23
- sistemas de rociadores de inundación, 581-582
- unidades de desmovilización, 15
- peligros de demolición, 76
- densidad, 39
- detectores
- Véase también* sistemas de alarma combinación, 566
 gas de combustión, 566
 llama (luz), 565-566
 funciones de, 559
 calor, 560-563
 humo, 563-565, 669, 673-675
- desarrollo de incendios, 48-53. *véase también* comportamiento del fuego
- dispositivos de desagüe, 593
- ataque directo, 525, 556
- directivas, 12
- disciplina, 7
- distribuidores utilizados en espacios cerrados, 551
- división del trabajo, 7
- divisiones, sistema de gestión de incidentes (SGI), 15
- seguros de escalas.
- enrollado de dos coples paralelos, 414, 441-442
- abrepuestas, hidráulicos, 238
- puertas
 Véase también cerraduras y dispositivos de cierre
 romper cristal, 253, 268
 cobertura, 595
 con barreras, 254
 entrada forzada, 238, 243-259, 268
 marcos, 244, 245
 apertura del área del fuego, 524, 525
 descarcelación de automóviles, 205
 actuaciones de salvamento, 595
 búsqueda y rescate, 181
 estimación, 243-251
 tipos de, 244-251, 254-255, 257, 269-271
- ventanas de guillotina, 260-261, 276
- nudo de seguridad doble, 155
- puertas batientes dobles, 249, 250, 254, 257
- succión, 397, 398, 425
- mecanismos de brazo accionador de puertas, 247
- puertas de ensamblaje de barrera, 254
- coples forjados, 402-403
- agentes químicos secos
 agentes mezclados con, 131
 extintores

- descripción, 126, 130-132, 136
 - funcionamiento, 141-142, 143-144
 - torres de secado para mangueras, 399
 - sistemas de rociador de tubería vacía, 580-581
 - extintores de polvo seco
 - descripción, 126, 132-133
 - funcionamiento, 143-144
 - trajes secos (trajes térmicos protectores), 211, 212
 - juntas, 68
 - pértiga compuesta, 238
 - martillo de pico de pato, 257, 258
 - paso del "pato", 109
 - incendios en contenedores, 525, 549
 - dutchman* en mangueras, 416
 - cuerda dinámica (elástica), 148-150
- E**
- servicio E-9-1-1, 641-642
 - protección auditiva, 80, 82
 - factores económicos de seguridad (seguridad del bombero), 20
 - rulos verticales, 157
 - maniobras de salida de la casa, 667, 672
 - edución (inducción), espuma, 508
 - eductores, espuma, 510, 516-517
 - accesorio en codo, 410
 - adaptadores eléctricos, 188
 - cables eléctricos, 187-188
 - equipo eléctrico, 187-188
 - dispositivos eléctricos de cierre/marcado, 539-540
 - electricidad
 - control de la energía eléctrica, 538
 - energía química, 35
 - energía térmica eléctrica, 46-4746, 657
 - peligros
 - Véase también* la clasificación de incendios, incendios de clase C
 - Véase también* condiciones peligrosas
 - accesorios, 668
 - arcos, lesiones oculares, 539
 - distribución, 668
 - líneas de energía caídas, 210-211
 - equipo eléctrico, 58, 658, 669
 - electrocución, 24, 211, 291
 - levantar escalas, 299
 - choque, 522, 537, 538-539, 540
 - situaciones de rescate que implican, 210-211
 - dispositivo elevado de chorro maestro, 543-544
 - temperaturas elevadas, 88. *Véase también* peligros respiratorios
 - efecto de la pérdida y aumento de elevación sobre los chorros contraincendios, 490-491
 - ascensores
 - propagación del fuego y, 353
 - rescates, 213-214
 - ventilación y, 352, 353
 - emergencias
 - Véase también* incidentes
 - Véase también* los nombres de los tipos específicos de emergencias
 - ampliación de la estructura organizativa, 18
 - labores del bombero, 9
 - mal funcionamiento del aparato de respiración autónoma (SCBA), 108 -109
 - notificado por la ciudadanía, 640-644
 - procedimientos de notificación, 5, 643-644
 - compañía médica de urgencia, 8
 - servicios médicos de urgencia
 - envío, 647
 - personal, 11, 12, 19
 - técnico médico de urgencia, 11
 - tráfico de radio de emergencia, 649
 - programa de asistencia para empleados (PAE), 22-23
 - reacciones químicas endotérmicas, 40
 - energía
 - conservación, 39
 - descripción, 34
 - tipos de, 35-36, 45-47, 357, 657
 - compañía de autobomba, 7-8
 - ingeniero, protección
 - contraincendios, 11
 - Sistema anglosajón de medida, 34
 - equipo
 - entrenamiento del bombero, 28
 - actuaciones, 9
 - seguridad, 26-27
 - seguimiento, 18
 - rescate en escaleras mecánicas, 214
 - escape
 - peligros, 178
 - planes para viviendas, 672
 - de tejados, 356
 - rutas, 175
 - señales de evacuación, 649-651
 - evaporación, 43
 - pruebas, conservación, 596, 621-629
 - maniobras de salida de la casa, 667, 672
 - entrevistas a la salida en las inspecciones de prevención de incidentes, 666
 - reacciones químicas exotérmicas, 40
 - junta de anillo de expansión, 406
 - escalas de extensión
 - descripción, 286
 - posición de la sección corrediza, 300
 - mantenimiento, 289-290
 - levantamiento, 301, 317-318
 - arietes de extensión, hidráulicos, 189
 - extintores
 - dióxido de carbono
 - descripción, 126, 129-130, 136
 - funcionamiento, 141-142
 - clasificaciones, 125
 - utilizado en incendios de clase C, 535
 - tiempos de descarga, 126
 - agentes químicos secos, 125, 126, 130-132
 - polvo seco, 126, 132-133
 - según la clasificación del incendio, 125-131
 - para incendios de clase C, 535
 - para incendios de clase D, 541
 - halón, 126
 - etiquetaje, 135
 - portátil
 - dañado, 138-139
 - inspección, 136, 137-138
 - etiquetaje, 135
 - obsoleto, 139
 - selección, 135-136
 - tipos de, 125-133
 - uso, 136-137
 - clasificaciones, 125, 133-135
 - tamaños, 126
 - alcances de chorro, 126
 - incendios tridimensionales, 128

- agua, 125–127, 134, 141–142
- agentes de extinción
Véase también espuma
Véase también agua
- incendios de clase A, 127, 512
- incendios de clase B, 500–505, 530–532
- incendios de clase C, 535, -541
- incendios de clase D, 59–60, 541
- descripción, 57, -58, 499, 500
- peligros, 515
- boquillas utilizadas para, 512
- dosificación, 505, 508
- clasificaciones, 134
- utilizados en extintores de agua, 127
- extinción de incendios, 56–58, 346, 347
- traslado por las extremidades, 185, 222-223
- descarcelación
Véase también rescates
- definición, 175
- industrial, 213
- emergencias de vehículo, 197–205
- herramientas de descarcelación
air bags, 195–196, 199
- cadena, 194–195
- apuntalamiento, 190, 192
- herramientas hidráulicas, 188–190
- subir/tirar, 193–197
- gatos no hidráulicos, 190–191
- herramientas neumáticas, 192–193
- energía e iluminación, 186–188
- protección ocular, 24, 80, 81–82
- F**
- ensamblaje de máscara, aparato de respiración autónoma (SCBA)
- descripción, 97-99
- colocación, 101, 103–104
- mantenimiento, 105
- mal funcionamiento, 109
- viseras, 81, 255
- ventanas de fábrica (proyectadas), 261-262
- Fahrenheit (medición), 34, 36
- ventiladores
 ventilación forzada, 347, 366–369
- izamiento de, 157, -158
- máquina de fax, 638
- cercas, 259, 540
- fertilizantes, calentamiento
- espontáneo, 47
- FFFP (espuma formadora de película fluoroproteínica), 504
- fibra, 68
- fibra de vidrio, afectada por el fuego, 71
- nudos de ocho
 uso para izar el equipo, 157, 158
- atar, 166-168
- tipos de, 156
- espuma formadora de película fluoroproteínica), 504
- finanzas/administración, sistema de gestión de incidentes(SGI), 15
- terminados para tendidos, 416, 419–420
- vehículo contraincendios
 conductor/operario, 9
- escalas en el, 292–293
- personal de mantenimiento, 10
- ubicación, 532–533
- seguridad, 23-24
- comportamiento del fuego
Véase también propagación del incendio
- Véase también* combustibles
- materiales de construcción y, 67–71
- descripción, 33
- desarrollo, 48–53
- seguridad del bombero, 33
- afectados por el combustible, 553
- transferencia del calor, 36–38
- medición, 34
- energía y, 35
- estimación, 39
- indicador de humo, 349, 350
- afectado por chorros, 363
- compañía contraincendios, 7–8
- tácticas de control de incendios
Véase también ataques
- incendios de clase A, 522-528, 541-548
- incendios de clase B, 529, -535
- incendios de clase C, 535, -540
- incendios de clase D, 541
- espacios cerrados, 549-552
- descripción, 521
- incendios estructurales, 522-528, 541-548
- compañía de servicios, 533–535
- incendios de vehículos, 532-533, 548-549
- incendios forestales, 552–556
- trabajar en parejas, 522
- personal del cuerpo de bomberos
- sistemas de contabilización, 29-30
- personal de
 comunicaciones/telecomunicaciones, 10
- descripción, 8-10
- educadores, prevención de incendios y seguridad vital, 11
- personal de servicios médicos de urgencia, 11–12
- conductor/operario del vehículo contraincendios, 9
- personal de policía
 contraincendios, 10
- especialista/ingeniero de protección contraincendios, 11
- técnico de materiales peligrosos, 10
- personal de los sistemas de información, 10
- instructor, 12
- investigador, 11
- oficial, 9, 12, 523
- organización de, 5–8, 18
- organizaciones que trabajan con, 19–20
- oficial de seguridad, 10
- buceador SCUBA, 10
- técnico de rescates especiales, 11
- seguimiento, 18
- reglamentaciones del cuerpo de bomberos, 12. *Véase también* los procedimientos de actuación normalizados (PAN)
- puertas cortafuegos, 249–251
- bomberos
 bomberos de aeropuerto, 10
- bomberos profesionales, 5
- bomberos I y II, 8–9
- sanidad, 22-23
- eventuales a sueldo, 5
- procedimientos de radiocomunicaciones, 647
- normas y requisitos, 5, 8-9
- voluntarios, 5
- seguridad del bombero
Véase también condiciones peligrosas
- sistemas de contabilización, 29-30, 551

- cojines neumáticos
 - (levantamiento), 195–196
- air bags* (en automóviles), 201
- actitudes hacia, 21–22
- accidentes automovilísticos, 201
- lesiones de espalda, 25
- incendios subterráneos, 545–547
- rescates en cuevas, 208–210
- zona de peligro cuando se utiliza un cabrestante, 194
- descripción, 20–22
- puertas, bloqueo, 249, 251
- factores económicos de seguridad, 20
- electrocución, 24, 211, 291
- lugares de emergencia, 28–30
- programa de asistencia para empleados (PAE), 22–23
- comportamiento del fuego, 33, 51, 54–55
- labores del bombero, 9
- sistemas fijos de extinción de incendios, 547–548
- entrada forzada, 253, 260, 261
- mangueras
 - avance de líneas de mangueras, 430
 - equipos de mangueras, 524–525
 - pruebas, 437
- gatos, 191
- cinturones de escala, 304–305, 433
- escalas, 290–291
 - subir y bajar, 293
 - cerca de líneas de energía, 299, 540
 - sobrecarga, 432–433
- factores de seguridad vital, 20
- subir objetos pesados, 25
- sobreesfuerzo, 25, 184–186, 522
- procedimientos de revisión, 597
- pánico, 522
- sierras mecánicas, 235
- equipos de tejado, 356–357
- búsqueda y rescate, 180–183
- vehículos estabilizadores, 200
- procedimientos de actuación normalizados (PAN), 13–14
- normas, 21
- seguridad de la herramienta, 26–27, 240
- entrenamiento, 27–28
- bomberos atrapados o desorientados, 181–182
- construcción de armadura, 73, 74–76
- víctimas, traslado, 184–186
- actuación con cabrestante, 194
- entrenamiento del bombero
 - equipo utilizado durante, 28, 291
 - labores del bombero, 8–9
 - instructores, 12
 - seguridad durante, 27–28
 - actuaciones de salvamento, 588
- detectores de gas de combustión, 566
- búsqueda y rescate en incendios
 - de edificios, 175–176, 178, 180–181
 - realizar búsquedas, 176–178, 179
 - sistemas de marcaje, 179–180, 664
 - prioridades, 543
 - responsabilidades, 541–542, 543
 - seguridad, 180–183, 537
- peligros del fuego. *Véase* condiciones peligrosas
- cinta de incendios, acordonamiento de los lugares, 29
- potencial incendiario, 45, 72, 76
- normas contraincendios, 556
- personal de policía contraincendios, 10
- prevención de incendios, 655–656. *Véase también* inspecciones de seguridad contraincendios; educación sobre prevención de incendio y seguridad vital
- ingeniero de protección contraincendios, 11
- resistencia contraincendios, 42, 65–66, 69
- incendios
 - química de, 33
 - clasificación de, 58–60
 - como forma de combustión, 40
 - totalmente desarrollado, 51
 - usos para, 33, 35
- inspecciones de seguridad contraincendios
 - Véase también* educación sobre prevención de incendios y seguridad vital
 - actividad impuesta por la normativa comparada con, 667
 - descripción, 656–661
 - inspecciones de prevención de incidentes, 659–660, 662–666
 - residencial, 660, 666–671
- propagación del incendio
 - Véase también* comportamiento del fuego
 - incendios subterráneos, 547
 - aperturas bloqueadas, 179–180
 - conducción, 353, 354
 - combustibles que afectan la, 44
 - radiación, 38
 - notificación, 648
 - ventilación, 347–348, 353–354
 - efecto del tiempo meteorológico, 48
- parques de bomberos, visitas del público, 24–27, 675–676
- chorros contraincendios. *Véase* chorros
- extinción de incendios, 41
- tetraedro del fuego, 40–48, 656
- ensamblajes de muro cortafuegos, 69
- primera respuesta
 - personal de los servicios médicos de urgencia, 11
 - implantación del sistema de gestión de incidentes, 16–18
 - informes, 623–627, 647–648
 - responsabilidades, 541–542
- sistemas fijos de extinción de incendios, 547–548
- detectores termoestáticos, 560–562
- detectores de llama (luz), 565–566
- flameover*, 53
- llamas como producto de la combustión, 56
- materiales inflamables
 - gases, 670
 - peligros, 522, 668, 669, 670
 - líquidos, 529, 668, 669, 670
- rango de inflamabilidad, 44
- flashovers*
 - definición, 30, 49–50, 348
 - seguridad del bombero, 30, 51
 - flameover* comparado con, 53
 - peligros, 522
 - post-flashover*, 42, 51
 - pre-flashover*, 50, 53
 - estadio del desarrollo del incendio, 49–51
 - efecto de la ventilación, 348
- hacha de leñador, 234, 239
- acomodo plano (mangueras)
 - avance, 470, 475–476, 477
 - descripción, 418–419
 - manipulación, 429

- fabricación, 453–454, 457–458
- tejados planos, 355, 359, 372–373
- larguero plano sobre los hombros (escalas), 294, 310
- protectores de suelo, 592–593
- suelos
- romper, 266–267, 277
 - hundimiento, 206
 - hormigón, 266–267
 - seguridad del bombero, 73
 - incendios ocultos en, 598
 - madera, 73, 266, 277
- conductos de chimenea, extinción, 69, 127
- puertas batientes, 254
- tramo corredizo de escalas, 282, 289, 290, 300
- espuma
- Véase también* agentes de extinción
 - aireación, 499
 - aplicación, 504–505, 506, 514
 - espuma formadora de película sintética acuosa (AFFF), 126, 128, 504, 509
 - incendios de clase A, 127, 512
 - incendios de clase B, 531–532
 - concentrados, 499, 500–505, 507
 - descripción, 58, 498–515
 - propagación, 499–500
 - clasificaciones del extintor, 134
 - espuma final, 499
 - sistemas de chorro
 - contraincendios, 513 - peligros, 515
 - expansión alta, 512–513, 551, 552
 - boquillas utilizadas para, 512
 - dosificación, 499, 505–513
 - solución, 499
 - tetraedro, 499
 - utilizada en espacios cerrados, 551, 552
 - utilizadas en extintores de agua, 127
- eductores de boquilla de espuma, 510
- empañamiento de los cristales de la máscara, 98–99
- chorros nebulizadores
- Véase también* chorros
 - descripción, 492, 494–496
 - como herramientas mecánicas, 531
 - boquillas, 494–496, 500, 511–512
- ubicación, 528
- como coberturas protectoras, 531
- efecto sobre capas térmicas, 523, 524
- utilizado en incendios de clase B, 535
- utilizado en incendios de clase C, 540
- utilizado en emergencias de vehículos, 548
- coberturas de salvamento plegadas, tendido, 594–595
- plegar escalas, 286
- plegar puertas basculantes, 247–248
- zapatas de escalas, 282, 283
- bases articuladas de gatos, 190–191
- protección de los pies, 80, 84–85
- método de pisar con el pie, 446
- ventilación forzada, 366–370
- entrada forzada
- derrumbar muros, 264–266
 - descripción, 233
 - puertas, 238, 243–259
 - salir de estructuras, 176, 180, 233, 522
 - cercas, 259
 - método de acceso rápido no destructivo, 252
 - candados, 257–259
 - estimación, 243–251, 259, 260, 264, 266
 - ventanas, 260–264, 276
- herramientas de entrada forzada
- transporte, 241, 241
 - combinación de herramientas, 239
- herramientas de corte, 234–236, 258
- herramientas para romper cerraduras, 255–259
- mantenimiento, 241–243
- herramientas de palanca, 236–238, 240, 241, 256
- herramientas para empujar/estirar, 238–239
- herramientas para golpear, 239, 241
- utilizadas durante la búsqueda y el rescate, 176, 180
- tendido de manguera hacia el incendio
- descripción, 423–425
 - terminados de mangueras para, 419, 420
- conexiones de hidrante, 463–464
- acomodo de mangueras para, 418, 423–425
- puertas con marco y puntales, 245
- puertas con marco y laminadas, 245
- ampollas frangibles
- en detectores, 560–561
 - en rociadores, 574, 575
- Sistema internacional francés, 34
- fricción, calor por, 47
- pérdida por fricción y chorros
- contraincendios, 490
- incendios con el combustible controlado, 48
- potencial de combustible, 45
- contenedores de combustible
- factor del desarrollo del incendio, 52
 - identificación, 45, 52
 - ubicación de, 49
 - combustibles objetivos, 53
- combustibles
- características, 553
 - control, 657
 - componente del tetraedro del fuego, 41, 42–44, 656
 - tasas de liberación de calor, 35, 52–53
 - identificación, 45
 - como agentes reductores, 42
 - eliminación (extinción de incendios), 56–57, 58
 - coeficiente de superficie-masa, 42–43, 44
 - coeficiente de superficie-volumen, 43
 - en incendios forestales, 552
- peligros de la caldera, 669
- muebles
- combustible, 72
 - tasas de liberación del calor, 52
 - actuaciones de salvamento, 588–589
- detectores termoestáticos de fusible, 560–561
- rociadores de fusible, 574
- ## G
- tejados abovedados, 355
- peligros de los dispositivos de gas, 669
- gases
- como combustibles de clase B, 58, 59

inflamabilidad, 670
 rango de inflamabilidad (explosión), 44
 como combustibles, 42, 43-44
 peligroso, 56, 88-93, 349
 como producto de combustión, 56
 propagación de, 49
 capas térmicas de, 53-54
 densidad del vapor, 39
 vaporización, 43
 servicios de gas, tácticas de control de incendios, 533-535
 válvulas de compuerta, 406, 407
 manómetros, presión, 490
 generadores, 186
 cristal
 romper, 253, 260, 268
 efecto del fuego, 71
 seguridad del bombero, 260, 545
 descargación de automóviles, 202-204
 vidrio reforzado, 260
 gafas de seguridad, 81, 82
 guantes
 descripción, 80, 84, 85
 gafas de protección ocular, 81, 82, 85
 método de rescate del agua IR, 212
 peligros de puesta a tierra, 540
 escalas. *Véase* escalas
 estadio de crecimiento en desarrollo del incendio, 49
 pautas en visibilidad reducida, 109
 guías de escalas, 289, 283
 yeso
 descripción, 71
 muros de partición, derrumbar, 264
 protección de madera, 68

H

cote, 155
 barreta con espolón
 transporte, 241
 descripción, 237
 entrada forzada, 254, 256, 260, 263-264
 utilizado en emergencias de vehículos, 548
 extintores de halón, 126, 128-129, 136, 141-142, 535
 cable de escalas, 283, 289, 300, 313-

314
 pico con cabeza de martillo, 257, 258, 361
 martillo, 193, 239
 mangos (de herramientas), mantenimiento, 242
 boquillas de línea de mano, 511-512
 chorros de línea de mano, 491-492
 protección de manos. *Véase* guantes
 pasamanos del vehículo, 23, 24
 herramientas manuales
 mantenimiento, 242-243
 seguridad, 26, 28, 240
 mangueras de succión dura (manguito duro)
 descripción, 397
 conexiones de hidrante, 427-428, 469
 mantenimiento, 401
 soportar el aspirado, 398
 cadena metálica, 195
 ensamblaje de arnés, (SCBA), 95-96, 101, 105
 condiciones peligrosas
Véase también seguridad del bombero
 techos, 73
 edificios hundidos, 71-76, 522
 establecimientos comerciales, 658
 habitual, 658
 en espacios cerrados, 549-552
 en áreas de construcción, 71-76
 escombros, 545
 definición, 656
 demolición, 76
 electricidad
 electrodomésticos, 668
 arcos, lesiones oculares, 539
 distribución, 668
 líneas de energía caídas, 210-211
 equipo eléctrico, 58, 658, 669
 energía térmica eléctrica, 657
 electrocución, 24, 211, 291
 levantar escalas, 299
 choque, 522, 537, 538-539, 540
 potencial incendiario, 72
 prevención del fuego y, 656
 suelos, 73
 espuma, 515
 combustibles, control, 657

cristal, 260, 545
 puesta a tierra, 540
 instalaciones de atención sanitaria, 42
 dispositivos térmicos, 668
 fuentes de calor, control, 657
 peligros del hogar y del mantenimiento de la vivienda, 72, 658, 664, 668
 instalaciones industriales, 42
 fabricación, 658, 659
 edificios de varias plantas, 180-181, 545
 procedimientos de revisión, 597
 atmósferas enriquecidas con oxígeno, 42
 abastecimiento de oxígeno, control, 656
 personal, 658
 edificios públicos, 659
 renovación, 76
 rescates, 207-208, 210-211, 212
 peligros respiratorios, 87-93
 cubiertas de tejado, 72
 humo, 56, 349
 materiales de humo, 668
 en el parque, 86
 integridad estructural, 65, 68, 73-74, 357, 360
 peligros objetivos, 659
 atmósferas tóxicas, 88-93
 obstáculos, 178
 construcción de armadura, 73
 emergencias de vehículo, 92-93, 549
 ventilación, 74
 agua debilitadora de estructuras, 74
 materiales y productos químicos peligrosos
 dióxido de carbono, 56, 89
 monóxido de carbono, 56, 89-91
 líquidos combustibles o inflamables, 668
 reacciones de control, 656-657
 gases, 56, 88-93, 349
 peligros respiratorios, 87-93
 materiales tóxicos, 537
 emergencias de vehículo, 92-93
 compañía de materiales peligrosos, 8

- técnico de materiales peligrosos, 10
- normas sanitarias, conocimiento del bombero sobre, 8
- personas con problemas de audición
alarmas para, 566
contactar con centros de comunicaciones, 637-638
- protección auditiva, 23, 80, 82
- calor
efecto sobre los materiales de construcción, 67-71
químico, 45-46
combustión y, 45
de compresión, 47
daño a mangueras, 399-400
detectores, 560-563
eléctrico, 46-47
energía, 35-36, 45-46, 357
componente del tetraedro del fuego, 41, 45-48
de fricción, 47
tasas de liberación del calor (TLC), 35, 39, 45, 52
medidas, 36
mecánico, 47
nuclear, 47
como producto de la combustión, 55, 56
pirólisis de combustibles, 42, 45, 46
peligros respiratorios, 88
indicadores tipo etiqueta de escalas, 283
fuentes, 656, 657, 669
calentamiento espontáneo, 45-46, 47
estratificación. *Véase* capas térmicas
temperatura como indicador, 36
transferencia, 36-37
vaporización de combustibles, 43, 45, 46
- sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, 350, 352, 370-371
- equipo de calentamiento, condiciones peligrosas, 658, 668
- peligros de los combustibles de calefacción, 669
- construcción de armazón fuerte (tipo IV), 67
- cierre en diente de sierra, 252, 258
- fijar (asegurar) escalas, 303
- cascos
descripción, 81
equipo de protección completo, 79
mantenimiento, 86-87
aparato de respiración autónoma, 97-98, 104
- fuegos ocultos, 597-599. *Véase también* actuaciones de revisión
- el corte y el indicador Higbee, 404-405
- espuma de expansión alta en espacios cerrados, 551, 552
- gatos elevadores, 191
- cuerda elástica (dinámica), 148-150
- instalaciones de alto voltaje, 537
- ventanas proyectables (de fábrica), 261
- VIH/SIDA (virus de la inmunodeficiencia humana), precauciones para evitarlo, 22
- llave Stilson, 257, 258
- izamiento de objetos
hachas, 170
descripción, 156-158
líneas de mangueras, 157, 171-172, 410, 432, 433
nudos utilizados para, 155
- puertas huecas, 244, 245
- monitores en viviendas que alertan a los bomberos sobre las emergencias, 645
- conferencias de seguridad en el hogar, 672-673
- pasamontañas, 80, 82, 104
- despliegue de escala "primero los ganchos", 330-331
- ganchos (de la escala de ganchos), 283, 289
- ganchos (herramientas), 238-239, 241, 260
- puerta corredera horizontal, 249, 250
- ventilación horizontal, 363-366
- acomodo en herradura (mangueras)
avance, 475-476
descripción, 417-418
realización, 451-452
acomodos al hombro desde, 429
- camas de mangueras
coberturas, 400
descripción, 415-416
- grifo de mangueras para limpiar cuerdas, 153
- puentes para mangueras, 399, 412-413
- equipos de mangueras, 524-525
- tendidos de mangueras
tendidos hacia el incendio
descripción, 423-425
terminados de mangueras para, 419, 420
conexiones de hidrante, 463-464
acomodo de mangueras para, 418, 423-425
- tendidos hacia el abastecimiento de agua
adaptadores necesarios para, 409
terminados de mangueras para, 419, 420
acomodo de mangueras para, 418, 425-428
realización, 449-452, 466-467
- tendido de mangueras
encontradas, 428-429
- líneas de mangueras
avance, 178, 411, 429-434, 470-478
líneas de ataque, 420, 542
líneas nodrizas, 398, 422, 525, 549
extender, 411, 434, 479
manipulación, 429
izamiento, 157, 171-172, 410, 432, 433
dobletes en, 522
floja, 434
medida, 33
funcionamiento, 434-436
preconexión, 420-422
reemplazo secciones reventadas, 411, 434
recuperar la manguera floja, 434
seguridad, 27, 522, 540
selección, 525-528
detención del flujo del agua, 411-412
- rampas para mangueras. *Véase* puentes para mangueras
- enrollar mangueras, 413-415, 440-445
- mangueras
Véase también nombres de tipos y dispositivos para mangueras específicos
dispositivos y herramientas, 406-413

- fardo, 431
 conexión a hidrantes, 424–425, 463–464
 construcción, 398
 coples, 181, 397, 399, 402–405
 conectar coples roscados, 415, 446–447
 daño a, 399–401
 descripción, 397, 402
 arrastre, 429, 478
 acabado, 416, 419–420, 455–456
 acomodo
 acomodo para bajada rápida, 414, 422
 acomodo preconectado en forma plana, 421
 acomodo de tres capas, 421–422
 tipos de acomodos, 415–419
 mantenimiento, 401–402
 para dispositivos de chorro maestros, 529
 requisitos del autobomba, 397–399
 roscas, 397
 secciones definidas, 397
 tamaño, 397–399
 especificaciones, 397
 prueba, 437–438, 480–483
 desconexión, 415, 448
 lavadoras, 401–402, 405
 mangueras (en extintores), 131–132
 zonas calientes, extinción, 127, 527
 peligros de los calentadores de agua, 669
 peligros del mantenimiento de la vivienda, 658, 669
 virus de la inmunodeficiencia humana (VIH/SIDA), 22
 humedad, relativa, 554
 hidrantes
 dar presión, 409, 425
 conexión de mangueras a, 424–425, 427–428, 463–464, 468–469
 mangueras utilizadas con, 397, 398
 apertura, 399
 portátil, 408
 quitar tapones de, 412
 válvulas, 408–409, 424–425, 465.
 Véase también válvulas
 llaves para hidrantes, 412
 herramientas hidráulicas
 abrepuestas, 238
 gatos, 190–191
 cilindro hidráulico, 190
 palanca, 236, 237–238
 bombas, 188–189
 arietes, 189, 205, 237
 separador de rescate, 237
 quijadas, 189
 separadores, 189, 237
 ventilación hidráulica, 369–370
 combustibles de hidrocarburo, 42, 498–499, 529
 hipoxia, 90
- I**
 peligros de la viga I, 75
 rescates en hielo, 211–213
 jefe de incidente
 sistemas de identificación de
 etiquetas para la contabilización del personal, 30
 IDLH (siglas en inglés para peligro inmediato para la vida y la salud), 89
 ignición
 carga de combustible y, 45
 fuentes, 76, 530, 549
 como estadio en el desarrollo del incendio, 48, 49
 peligro inmediato para la vida y la salud (IDLH), 89
 martillos de impacto, 193
 SGI. *Véase* sistema de gestión de incidentes (SGI)
 plan de acción del incidente, 16–17, 18
 jefe de incidente
 llamadas para una respuesta adicional, 649
 comunicación con los equipos de tejado, 356
 comunicación con los teleoperadores, 634
 espacios cerrados, 550
 definición, 16
 señales de evacuación, 649–651
 plan de acción del incidente, 16
 sistema de gestión de incidentes (SGI), 14–15
 oficiales de información pública
 como conexión con los medios de comunicación, 656
 responsabilidades, 544
 decisiones de seguridad, 28–29
 procedimientos de actuación normalizados (PAN), 13
 transferencia de mando, 17–18
 sistema de gestión de incidentes (SGI), 14–18
 incidentes
 Véase también lugares
 procesos de análisis del estrés en incidentes críticos, 23
 evaluación, 16–18
 multijurisdiccional, 17
 expansión de la estructura organizativa, 18
 registros y prevención de incendios, 656
 informes, 10, 651
 estabilización, 13
 procedimientos de actuación normalizados (PAN), 13
 finalización, 18
 arrastre inclinado (traslado de víctimas), 185, 227
 ataque indirecto, 527, 556
 inducción (educación), espuma, 508
 rescates de descarceración industrial, 213
 instalaciones industriales, 42, 91–93.
 Véase también
 establecimientos comerciales
 personal de los sistemas de información, 10
 ataque inicial, 178, 542, 545
 método de inyección para dosificar espuma, 508
 tubos eductores de espuma alineados, 510, 511
 aperturas de inspección, 358
 inspector, 11, 622
 tubos eductores de espuma alineados instalados, 511
 aislamiento, 71
 toma
 dispositivos, 410
 mangueras, 397, 398, 403
 protectores contra el ruido con un aparato de intercomunicación, 82
 Sistema internacional de unidades (SI), 34
 convertidores, 186
 investigador, 11, 622–623
 puertas batientes hacia dentro, 253,

- 269–270
 detector de humo iónico, 564
 detectores de IR (infrarojos), 565
- J**
 martillos neumáticos, 267, 361
 gatos, 190–191, 199
 ventanas de celosía, 261, 262–263
 lavadora a presión para mangueras, 401
 coples de broches, 402, 403
 herramienta en forma de “J”, 257
 cajas de conexiones, 188
- K**
 barra de Kelly, 237
 ranuras, 358
 cuerda forrada, 150, 151–152
 aramidas Kevlar[®], 86, 149, 195
 cerraduras de llave, 251
 energía cinética, 35
 método de presión con la rodilla para desconectar el cople de una manguera, 448
 nudos, 154–155, 159–172. *Véase también* cuerdas; *nombres de nudos específicos*
 herramienta en forma de “K”, 256, 273
- L**
 compañía de escala. *Véase* compañía de vehículo-escala
 escalas
 avance de líneas de manguera, 432–433
 de tijeras, 259
 en el vehículo, 292–293
 para saltar cercos, 259
 transporte, 293–295, 299, 307–312
 canales construidos con, 595
 subir, 304
 extensión, 289–290, 300
 seguridad del bombero
 peligros, 290–291
 cerca de líneas eléctricas, 299, 540
 sobrecarga, 432–433
 manipulación, 290–293
 izamiento, 157
 longitud, 33, 291–292
 subir y bajar, 293
 mantenimiento, 287–290
 mover, 302, 335–339
 sobrecarga, 290, 432–433
 partes de, 281–284
 posicionamiento, 295–298
 extensión, 299–302, 315–326
 tejado
 transporte, 295, 312
 despliegue, 327–334
 descripción, 285
 seguridad del bombero, 356, 357
 mantenimiento, 289
 extensión, 302
 uso, 291
 fijación, 303
 selección, 291–292
 uso para rescates en zanjas, 209–210
 tipos de, 285–287
 asistencia de víctimas abajo, 305–306
 acceso por ventanas, 291, 292, 296–297
 madera, 289
 trabajar desde, 304–305
 cuerda torcida, 150, 151
 cristal laminado de automóviles, 202–203
 manguera de diámetro grande
 dispositivos, 408
 extensión, 429
 acomodo, 417, 419
 prueba, 438
 hundimiento lateral, 207
 puertas laminadas, 245
 lado de sotavento de edificios, 364
 apoyarse en una pierna para fijarse a la escala, 304, 340–341, 433
 ventanas de plástico Lexan[®], 263, 357
 (LII) límite de inflamabilidad inferior, 44
 oficial de enlace, 15
 cuerdas de seguridad, 550, 551
 seguridad vital
Véase también educación sobre prevención de incendios y seguridad vital
 factores descritos, 20
 nudos utilizados para, 155
 arnés de seguridad vital (cinturones de salvamento), 304–305, 433
 cuerdas de salvamento, 147–148, 153–154
 procedimientos de actuación normalizados (PAN), 13
 ventilación y, 349
 herramientas para izar y tirar, 193–197
- luz
 detectores, 565–566
 energía luminosa, 35
 equipo de iluminación, 187, 188, 658
 intensidad luminosa, 34
 como producto de la combustión, 55, 56
 peligros de la construcción ligera, 73, 74–76
 armaduras ligeras, 74, 75
 construcción no combustible o de combustión limitada (tipo II), 66
- líquidos
 extinción, 58, 128
 inflamables, 529, 668, 669, 670
 como combustibles, 43–44, 58, 59
 solubilidad de, 58
 gravedad específica, 39
 coeficiente de superficie-volumen, 43
 vaporización, 43
 camillas, traslado de víctimas en, 185, 219–221
 muros maestros, 68, 264
 aparatos de alarma locales, 644
 alarmas de sistema de energía local, 567
 pulsadores manuales, 559
 dispositivos de cierre y marcado, 539–540
 cerraduras y dispositivos de cierre
Véase también nombres de cerraduras específicas
 descripción, 251, -252
 entrada forzada, 255–259
 en puertas basculantes, 247
 en ventanas, 260–261
 seguros de escalas.
 logística, sistema de gestión de incidentes (SGI), 15
 gaza de nudos, 155
 control de pérdidas, 587

- cortes en forma de rejilla, 358
 rejillas. *Véase* tejados, aperturas
 límite de inflamabilidad inferior (LII), 44
 transporte con el larguero superior en el hombro (escalas), 294, 307–309, 317–318
 cuerda no elástica (estática), 150
 chorros de volumen bajo, 491
 orejas de los coples de manguera, 403–404
- M**
 magnesio como combustible de clase D, 59
 cuadros de válvulas, 408
 pulsadores manuales, 559
 boquillas ajustables manualmente, 495–496
 herramientas de palanca manuales, 237
 peligros en fábricas, 658, 659
 mapas
 inspección de prevención de incidentes, 664–666
 lectura de teleoperadores, 635–636
 sistemas de marcaje
 para la búsqueda y el rescate en el incendio, 179–180
 para materiales peligrosos en las inspecciones de prevención de incidentes, 664
 albañilería, 69
 masa, 34, 39
 chorros maestros
Véase también chorros
 descripción, 491, -492
 dispositivos, 74, 528–529, 543–544
Material Safety Data Sheet (MSDS), 60
 materia, 38–40
 preconexiones de tendido, 421
 sistemas de medida, 33–34
 generadores de sopladores mecánicos, 513
 daño mecánico a mangueras, 399
 energía calorífica mecánica, 35, 47, 657
 medios. *Véase* medios de comunicación
 comunicación
 emergencias médicas, 11, 19. *Véase también* emergencias
 punto de fusión de cuerdas, 149
 incendios de EE.UU.), 651
 National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, Instituto nacional de la seguridad y salud laboral de EE.UU.), 95, 96
 cuerdas de fibra natural, 148, 149, 153
 ventilación con presión negativa, 367–368
 medios de comunicación, uso para la educación de la ciudadanía con respecto a los incendios, 655–656
 NIOSH. *See* National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, Instituto nacional de la seguridad y salud laboral de EE.UU.)
 material resistente al fuego Nomex[®], 42, 86
 mangueras de toma no flexibles, 398
 método de acceso rápido no destructivo, 252
 llamadas no urgentes a los centros de comunicaciones, 640
 muros no maestros, 68
 ignición no guiada, 48
North American Emergency Response Guidebook, 60
 boquillas de mangueras
 selección de patrones de ataque y boquillas, 527–528
 válvulas de control, 497
 espuma descargada a través de, 500, 511–513
 mantenimiento, 498
 apertura, 399
 rotación, 524
 tipos
 automáticas (de presión constante), 495.
 chorro roto, 496–498
 interior, 547, 551
 nebulizadora, 511–512, 528
 línea de mano, 511–512
 ajustable manualmente, 495–496
 dispositivos de chorro maestro, 528–529
 perforación, 548, 551
 cilindro directo, 511, 512
 chorro directo, 492
- metal
 cortar, 193, 236
 extinción de incendio de metales, 132–133
 efecto del fuego, 69–70
 como combustible, 42, 47, 59, 60, 193
 calentamiento espontáneo, 47
 mecanismos de puerta con abrazadera de metal, 247
Michigan contra Tyler, 628–629
 moho que daña las mangueras, 400
 acomodo de bajada rápida (mangueras)
 avance, 471
 descripción, 422
 manipulación, 429
 realización, 461–462
 enrollado con un cople de manguera en el centro, 414
 humedad
 contenido de combustibles, 68, 73, 553
 daño a las mangueras, 400
 mortero, 69, 73
 cerraduras embutidas, 251
 accidentes de vehículos de motor. *Véase* emergencias de vehículos
 escaleras móviles (escaleras mecánicas), 214
 MSDS. *Véase* *Material Safety Data Sheet* (MSDS)
 incidentes multijurisdiccionales, 17
 edificios de varias plantas
 ataque, 178, 545
 tácticas de control de incendios, 544–545
 peligros del bombero, 180–181, 545
 búsqueda y rescate, 178, 180–181
 ventilación, 347, 348, 350–352
 expansión de humo en forma de hongo, 347, 348, 351
 servicios de ayuda mutua, 188
- N**
 NAERG, *North American Emergency Response Guidebook*
 clavadores, neumático, 193
 National Fire Incident Reporting System (NFIRS, Sistema nacional de notificación de

energía calorífica nuclear, 35, 47, 657
cuerda de nilón, 149

O

método de los tirones, 550–551

petróleo

como combustible de clase B, 58
petróleo quemando instalaciones,
669

resistencia de las cuerdas al, 149

coples con orejas de media luna
para crudo, 402

transporte hacia abajo (escalas), 295,
311

aparato de respiración autónoma de
circuito abierto, 95–99

peligros en lugares abiertos, 73

oficial de operaciones, 15, 17

órdenes, definición, 12

construcción normal (tipo III), 66–67

daño orgánico a mangueras, 400

orígenes de los incendios forestales,
554. *Véase también* causas de
incendios

OSHA. *Véase* Occupational Safety
and Health Administration
(OSHA, Administración de
seguridad y salubridad
ocupacional de EE.UU.)

válvulas macho exterior, 577

puerta batiente hacia fuera, 254, 271
nudo simple, 155, 162

actuaciones de revisión

líneas de ataque disponibles,
596–597

descripción, 587, 596–599

conservación de pruebas, 627

labores del bombero, 9

equipo de protección personal,
523–524, 596

efecto sobre actuaciones de
salvamento, 596

búsqueda de fuegos ocultos,
597–599

herramientas y equipo, 596
emergencias de vehículos, 548

puertas basculantes, 243, 247–249,
250

oxidación, 40, 41, 46

agentes oxidantes, 41–42

oxígeno

control del abastecimiento, 656
deficiencia, 87–88

atmósfera enriquecida, 42

exclusión (extinción de incendios),
57, 58

componente del tetraedro del
fuego, 41–42, 656

dispositivos de control, 551

P

empaquetamiento de víctimas, 202

PAD (dispositivo de alerta personal).

Véase sistemas de seguridad
de alerta personal (SSAP)

candados, 252, 257–259, 275–276

localizadores que alertan a los
bomberos de emergencias,
645

bomberos eventuales a sueldo, 5

hundimiento plano, 206, 207

puertas de panel, 244

mecanismos de puerta a prueba de
pánico, 247

sistemas de teléfono en paralelo
(alarmas), 568

ayudante médico, 12

muros de partición, 68, 264

muros de partición, 68

SSAP. *Véase* sistemas de seguridad de
alerta personal (SSAP)

seguros de escalas, 283, 289, 290

rociadores colgantes, 575

herramientas para penetrar, 361

sistemas de seguridad de alerta
personal (SSAP)

Véase también aparato de
respiración autónoma
(SCBA)

descripción, 80, 99–100

durante la búsqueda y el rescate,
181–182

peligros personales del incendio, 658

dispositivos de flotación personal
(DFP), 211, 212

equipo de protección personal

Véase también aparato de
respiración autónoma
(SCBA)

chaquetones, 80, 83

protección contra el ruido

protección ocular, 23, 80, 81–82,
253

viseras, 81, 255

parques de bomberos, 26

protección de los pies, 80, 84–85

protección de las manos, 80, 84,
85, 181, 253, 290

cascos, 81, 86–87

pasamontañas, 80, 82, 104

incidentes en el hielo, 211

importancia de, 521

mantenimiento, 83, 86–87

ropa exterior, 42, 80, 83

sistemas de seguridad de alerta
personal (SSAP), 80

dispositivos de flotación personal
(DFP), 211, 212

ropa protectora, 80–81

guantes de goma, 14

procedimientos de actuación
normalizados (PAN), 13

trajes de protección térmica, 211,
212

pantalones, 80, 83–84

ropa interior, 85, 86

uniformes para el parque, 86

incidentes en el agua, 211

vestimenta forestal, 85–86

personal. *Véase* personal del cuerpo
de bomberos

sistemas de contabilización del
personal, 29–30

detectores de humo fotoeléctricos,
563–564

fotografías

de pruebas, 629

tomadas durante inspecciones de
prevención de incidentes,
663, 666

cambios físicos de la materia, 39–40

requisitos mínimos de forma física
para bomberos, 8

hacha de bombero, 234, 255

boquillas de perforación, 267, 548,
551

pértigas, 157, 238, 241, 260

ignición guiada, 48

barras palanca, 237

coples con orejas tetón, 403, 404

tejados inclinados, 355, 359, 374–375

ensamblajes de válvulas de
seguridad, 577

ventanas abatibles giratorias, 262

girar escalas, 302, 335–336

puertas basculantes, 248–249

válvula de seguridad, 577

planificación de las actuaciones de
salvamento, 588

- unidad de planificación, 15
 - pértiga para plafón, 238
 - muros divisorios de plafón, romper, 264
 - puertas de paneles de vidrio, 255
 - ventanas de Plexiglas[®], 263, 357
 - presión, mordaza de, 257, 258
 - realización del plan, 664. *Véase también* croquis durante las inspecciones de prevención de incidentes
 - clavijas
 - para mangueras, 410
 - para herramientas mecánicas, 26–27
 - detectores termovelocimétricos neumáticos, 562
 - herramientas neumáticas, 192–193
 - puertas correderas empotradas, 246
 - punto de entrada en la ventilación por presión positiva, 368
 - solventes polares
 - descripción, 58, 529
 - extinción, 498, 505
 - escalas de extensión con puntales estabilizadores, 286, 290
 - escala de bombero, 287
 - hidrantes portátiles, 408
 - bombas portátiles, 593
 - cilindro hidráulico, 190
 - ventilación por presión positiva, 368–369
 - válvula de seguridad indicadora, 577
 - ensamblajes de válvulas de seguridad indicadoras, 577
 - energía potencial, 35
 - extintores de polvo. *Véase* extintores de polvo seco
 - herramientas hidráulicas, 188–189
 - líneas eléctricas *Véase* electricidad
 - grupos electrógenos, 186, 188
 - sierras mecánicas
 - romper suelos de hormigón, 267
 - entrada forzada utilizando, 254, 258–259, 263
 - precauciones de seguridad, 27, 235, 240
 - tipos de, 27, 235–236
 - entradas de ventilación hechas con, 359, 361, 372–373
 - herramientas mecánicas
 - transporte, 241
 - seguridad del bombero, 26–27, 240
 - mantenimiento, 26, 243
 - sistemas de rociador de preacción, 581
 - acomodo preconectado en forma plana (mangueras), 421, 429, 457–458, 470
 - planificación para la prevención de incidentes
 - espacios cerrados, 550
 - sistemas fijos de extinción de incendios, 547–548
 - información conseguida, 73
 - evaluación, 39
 - emergencias de transporte, 532–533
 - tácticas de ventilación, 351
 - inspecciones para la prevención de incidentes
 - Véase también* inspecciones de seguridad de incendios
 - realización, 662–666
 - descripción, 659, -660
 - información sobre el tejado, 357, 358–361
 - presentación de los temas para la educación sobre prevención de incendios y seguridad vital, 672–675
 - presión
 - pérdida y aumento de chorros contraincendios, 489–491
 - materia que cambia de estado, 39
 - búsqueda primaria, 176–178. *Véase también* búsqueda y rescate en el incendio
 - ventanas proyectables (de fábrica), 261–262
 - conservación de bienes, 13, 346–347. *Véase también* control de pérdidas
 - sistemas de propiedad modernos, 569
 - pulsadores manuales, 559
 - placas de protección de escalas, 283
 - ropa de protección. *Véase* equipo de protección personal
 - herramientas de palanca, 236–238, 240, 241, 256
 - comunicado informativo para el público, 655
 - sistemas de alerta pública, 641–643
 - peligros de los edificios públicos, 659
 - educación sobre prevención de incendios y seguridad vital, 11, 655–656, 667, 671–676. *Véase también* prevención de incendios; inspecciones de seguridad contraincendios
 - oficial de información pública, 15, 656
 - comunicado informativo para el público, 655
 - poleas de escalas, 283, 289
 - autobombas
 - tendidos de mangueras para dos actuaciones de autobomba, 426
 - escalas encima, 292
 - requisitos, 397–399
 - adaptadores de tendido hacia la fuente de abastecimiento, 409
 - usos, 593
 - bombas
 - medidas de capacidad, 33
 - hidráulica, 188–189
 - portátil, 593
 - extintores de agua tipo bomba, 126, 127, 140
 - Purple K[®], 58
 - herramientas para empujar/estirar, 238–239
 - pirólisis, 42, 45, 46
- Q**
- coples de cuarto de vuelta, 402
- R**
- marcos con topes empotrados, 244
 - radiación (transferencia de calor), 37–38
 - aparato de alarma contraincendios por radio, 643, 644
 - radios
 - en centros de comunicación, 636, 638
 - emisión de señales de evacuación, 649–651
 - procedimientos, 645–651
 - sistemas de alerta pública, 642–643
 - registros de radio, 639–640
 - canales tácticos, 648
 - rieles de escalas, 284
 - método de aplicación de espuma de

- lluvia, 514
- arietes, hidráulicos, 189, 205
- equipos de intervención rápida, 544
- gatos de matraca, 191
- detectores compensados, 563
- detectores termovelocimétricos, 562
- método de rescate en el agua
 - ALCANZAR, 212
- coples con orejas de orificio, 403, 404
- equipo de grabación en los centros de comunicaciones, 637, 639-640
- accesorios reductores, 409
- agentes reductores, 42. *Véase también* combustibles
- coples de reducción, 403
- cinta reflectante, 84
- detectores de humo de célula fotosensible por dispersión de luz, 564
- peligros refrigerantes, 91
- ensamblaje del regulador, aparato de respiración autónoma, 96-97, 108
- hormigón armado, 70-71. *Véase también* hormigón
- estrellas de refuerzo en edificios, 73, 74
- humedad relativa de los incendios forestales, 554
- manómetros de presión remotos en los aparatos de respiración autónoma (SCBA), 97, 105
- sistemas de alarma de estación remota, 568
- peligros de restauración, 76
- ventanas de guillotina, 260-261
- informes
 - de emergencias por parte de la ciudadanía, 640-644
 - informes de incidentes, 10, 651
 - de las condiciones del lugar, 623-627, 647-648
 - informe del estado de la situación, 17
- cuerdas de rescate. *Véase* seguridad vital, cuerdas de seguridad vital
- rescates
 - Véase también* búsqueda y rescate en el incendio
 - definición, 175
 - peligros, 207-208, 210-211, 212
 - compañía de rescate, 8, 543-544
 - actuaciones de rescate, 346
 - situaciones de rescate, 206-214
 - rescates con cuerdas, 158
- herramienta de separación para rescates, hidráulica, 237
- inspecciones de seguridad
 - contraincendios en viviendas, 660, 666-671
- sistemas de rociador de viviendas, 582-583
- recursos
 - descripción, 16
 - revisión, 18
- unidad de recursos, 15
- peligros respiratorios, 87-93
- cámara de retraso en los sistemas de rociadores, 580
- terminados en forma de herradura al revés, 420, 429, 455-456
- tendido hacia el incendio (mangueras)
 - adaptadores necesarios para, 409
 - terminar mangueras para, 419, 420
 - acomodar mangueras para, 418, 425-428
 - realización, 449-452, 466-467
- puertas giratorias, 243, 246-247
- equipos de intervención rápida, 544
- cerraduras de caja, 252
- coples con orejas de articulación, 403, 404
- coberturas de salvamento
 - enrolladas, 594, 600-613
- rodillos para mangueras, 410, 419
- puertas de cortina de acero, 249
- método de aplicación de espuma de rodaje, 514
- rollover, 53
- escalas de ganchos
 - transporte, 295, 312
 - despliegue, 327-334
 - descripción, 285
 - seguridad del bombero, 356, 357
 - mantenimiento, 289
 - extensión, 302
 - uso, 291
- tejados
 - construcción, 66
 - hundimiento, 206
 - indicadores de hundimiento, 73
 - construcción, 345
- coberturas, 72, 345, 595
- seguridad del bombero, 72, 356-357
- potencial de ignición, 66
- inspección, 670
- aperturas, 354, 357-358
- planificación de prevención de incidentes, 357, 358-361
- descarcelación de automóviles, 205
- actuaciones de salvamento, 595
- integridad estructural, 357, 360
- tipos de, 355, 358-361
- ventilación y, 345, 351-352, 355-361
- equipos de tejado, 356
- rescates con cuerdas, 158
- cuerdas
 - limpieza, 152-153
 - enrollar y desenrollar, 159-160
 - construcción, 148-150
 - acordonamiento del lugar con, 29
 - características de la fibra, 148, 149
 - izamiento de líneas de manguera con, 32, 433
 - herramienta de manguera, 413
 - carga repentina, 148
 - nudos, 154-155, 159-172
 - libros de registros para, 148, 152
 - mantenimiento, 150, -153
 - como herramientas de rescate, 180
 - estabilización de vehículos con, 200
 - normas, 147-148
 - almacenaje, 149, 153-154
 - atar escalas, 303, 313-314
 - tipos, 147-148
- sierras circulares
 - cortar ventanas con barrotes, 264
 - cortar puertas, 254
 - cortar ventanas de Lexan[®], 263
 - cortar candados, 258-259
 - cortar aperturas de ventilación, 358
 - descripción, 27, 235
 - seguridad del bombero, 27, 240
- boquillas de válvulas rotativas, 498
- vuelta completa, 155
- método de rescate en el agua
 - REMAR, 212
- peldaños de escalas, 284, 289, 290
- herrumbre, ejemplo de oxidación, 40

- S**
- seguridad. *Véase* seguridad del bombero; inspecciones de seguridad contra incendios
- oficial de seguridad, 15, 550, 551
- coberturas de salvamento
- mantenimiento, 590, -591
 - aperturas cubiertas por, 595–596
 - extensión, 594–595, 600–613
- actuaciones de salvamento
- establecimientos comerciales, 588–590
 - definición, 587
 - equipo, 591–593
 - conservación de pruebas, 627
 - labores del bombero, 9
 - procedimientos de revisión afectados por, 596
 - planificación y entrenamiento para, 588
 - procedimientos, 588–590
- pértiga San Francisco, 238
- sierras
- cadena de carburo, 358
 - sierra de cadena, 27, 235, 240, 358
 - sierra de calar, 234
 - serruchos de mano, 234–235
 - serrucho de punta, 234
 - sierra mecánica
 - romper suelos de hormigón, 267
 - entrada forzada con, 254, 258–259, 263
 - tipos de, 27, 235–236
 - aperturas de ventilación hechas con, 359, 361, 372–373
 - sierra con movimiento alternativo, 235
 - sierra circular
 - cortar ventanas con barrotes, 264
 - cortar puertas, 254
 - cortar ventanas de plástico Lexan[®], 263, 357
 - cortar candados, 258–259
 - cortar aperturas de ventilación, 358
 - descripción, 27, 235
 - seguridad del bombero, 27, 235, 240
 - aperturas de ventilación hechas con, 358, 361
 - sierras de ventilación, 235–236
- SCBA. *Véase* aparato de respiración autónoma (SCBA)
- lugares
- gestión, 10, 29
 - volver a acceder, 628–629
 - informe sobre las condiciones, 623–627, 647–648
 - asegurar, 10, 29, 628
- buzo con escafandra autónoma (SCUBA), 10
- búsqueda en los lugares. *Véase* búsqueda y rescate en el incendio
- cinturones abrochados en el vehículo, 23
- traslado en silla de manos, 185, 216
- búsqueda secundaria, 176, 178. *Véase también* búsqueda y rescate en el incendio
- puertas seccionables de acción ascendente, 247–248
- sectores, 16
- asegurar lugares, 10, 29, 628
- dispositivos de seguridad, inspección, 670
- puertas cortafuegos con autocierre, 250
- aparato de respiración autónoma (SCBA)
- ensamblajes de componentes
 - cilindro de aire, 96, 101, 105, 106–107, 110, 113–121
 - mochila y arnés, 95–96, 101, 105
 - máscara, 97–99, 103–104, 105, 109
 - regulador, 96–97, 108
 - colocación, 100–104, 111–112
 - en el vehículo contra incendios, 102–103
 - limitaciones, 93–95
 - mantenimiento, 104–107
 - mal funcionamiento, 108–109
 - montajes, 99, 101, 102–103
 - sistemas de seguridad de alerta personal (SSAP), 99–100
 - protección de gases tóxicos, 56
 - precauciones de seguridad, 107–108
 - procedimientos de actuación normalizados (PAN), 13
 - almacenaje, 99
 - sistemas de identificación de etiquetas para la contabilización del
 - personal, 30
 - tipos de, 95–99
 - uso, 80, 107–110
- autoinflamación, 45–46
- enrollado de dos coples paralelos con autocierre, 415, 444–445
- reacciones químicas en cadena, 47–48, 656. *Véase también* química, reacciones químicas
- rama de servicio (logística), 15
- coples asexuales, 405, 428–429
- arandela de los coples de manguera, 403, 404
- quijadas, hidráulicas 189
- nudo de tejedor (vuelta de escota), 156, 169
- exterior de los coples de manguera, 403
- desplazar escalas levantadas, 302
- ripias. *Véase* tejados
- peligros de choque eléctrico, 522, 537, 538–539, 540
- capacidad de carga de choque de cuerdas, 149
- apuntalamiento, 208
- transporte sobre el hombro, 294, 310, 430
- acomodo sobre el hombro (mangueras), 475–477
- herramienta para separar cerraduras, 257
- sistemas de derivación (alarmas), 568
- SI. *Véase* Sistema internacional de unidades (SI)
- siamesas, 407–408
- sistema de protección contra impactos laterales, 201, 548, 549
- aldabas laterales para puertas con acción ascendente, 247
- rociadores laterales, 575
- lenguaje simple (texto claro), 645
- tendido hacia el abastecimiento de agua/cama sencilla, 451–452
- levantamientos de una escala simple, 300–301, 315–316
- puertas cortafuegos correderas sencillas, 249, 250
- escalas (de muro) sencillas, 285
- sistema de protección contra impactos laterales, 201, 548, 549

- informe de estado de la situación, 17
 unidades de estado de la situación, 15
- evaluación
 accidentes automovilísticos, 197-198
 entrada forzada, 243-251, 259, 260, 264, 266
 tasas de liberación de calor, 39
 descarceración industrial, 213
 realización, 175
 informes sobre las condiciones del lugar, 647-648
- croquis durante las inspecciones de prevención de incidentes, 664-666
- respiración restringida, 108
- claraboyas. *Véase* tejados
- puertas sólidas, 244, 248-249
- martillos de dos caras, 239
- conectar válvulas con boquillas, 497
- puertas correderas, 243, 246, 249, 250
- humo
 señales de explosión de humo (*backdraft*), 348-349
 efecto chimenea, 346, 347
 efecto agitación, 367
 gatear por debajo, 109, 673
 detectores, 563-565, 669, 673-675
 estadios del incendio indicados por, 348-349, 350
 condiciones peligrosas, 56, 88, 349
 expansión de humo en forma de hongo, 347, 348, 351
 como producto de la combustión, 55, -56
 efecto chimenea, 350-351
- incendios incandescentes, extinción, 58
- boquillas de orificio liso, 492
- sofocar incendios con vapor, 489
- termostato con disco de resorte, 562
- coples de broches, 402, 403
- mangueras blandas, 397, 398, 427, 468
- energía solar, 47
- boquillas de cilindro directo, 511, 512
- puertas lisas de núcleo sólido, 244-245
- sólidos
 descripción, 39
 como combustibles, 42-43, 44, 59
 pirólisis de, 42
- chorros directos
Véase también chorros
 descripción, 492, -494
 lucha contra incendios con, 540
 como coberturas protectoras, 532
- solubilidad de líquidos, 58
- PAN. *Véase* procedimientos de actuación normalizados (PAN)
- llaves, 403, 412
- alcance de control, 7
- técnico de rescate especial, 11
- gravedad específica, 39
- contacto de los ciudadanos con problemas de habla con los centros de comunicación, 637-638
- acomodo combinado en cama dividida (mangueras), 453-454
- tendido hacia el abastecimiento de agua/cama sencilla, 449-450
- tendido de mangueras encontradas (tendido de mangueras), 428-429
- calentamiento espontáneo e ignición, 45-46, 47, 48
- fuegos salpicados, 555
- herramienta de separación, 189, 237, 238
- sistemas de rociadores.
Véase también sistemas de alarma
Véase también detectores
 sistemas de alarma complementarios, 570, 578
 aplicaciones de, 580-583
 componentes, 572-578
 inundación, 581-582
 descripción, 571, -572
 tuberías vacías, 580-581
 lucha contra incendios en recintos protegidos, 583-584
 seguridad vital afectada por, 572
 preacción, 581
 residencial, 582-583
 almacenamiento de rociadores, 575-576
 normas, 571-572
 alarmas por flujo de agua
 abastecimiento de agua, 578-579
 tuberías llenas, 580
- SFS. *Véase* sistema de frenado suplementario (SFS)
- efecto chimenea, 350-351
- áreas de preparación, establecimiento, 550
- escaleras
 avance de líneas de manguera en, 178, 411, 430-431
 incendios subterráneos, 545, 546
 propagación del incendio y, 353
 peligros, 522
 ventilación y, 352
- puertas del rellano. *Véase* tejados
- procedimientos de actuación normalizados (PAN)
 llamadas de respuesta adicional, 649
 descripción, 12, -13
 diseño, 13-14
 sistemas de extinción, 547-548
 conocimiento del bombero sobre, 8
 seguridad del bombero, 13, -14
 dispositivos de cierre y marcado, 540
 no emergencias, 14
 equipo de protección personal, 13
 inspecciones de prevención de incidentes, 662-666
 para actuaciones de salvamento, 588, 591
 presión del agua para sistemas de rociador, 579
- tuberías montantes, avance de líneas de mangueras desde, 431-432
- estrellas (de refuerzo) en edificios, 73, 74
- cuerda estática (no elástica), 150
- puntales estabilizadores en escalas, 290
- vapor, 487, 488-489
- acero, afectado por el fuego, 70
- armaduras de acero, 74
- bloques escalonados, estabilización de vehículos con, 200
- escalas de tijera, 287
- método con el brazo rígido para desconectar el cople de una manguera, 448
- edificios de piedra, 69, 73
- técnica de pararse, tirarse y rodar, 672
- marcos con tope sobrepuesto, 244
- topes limitadores de escalas, 284

- requisitos de almacenamiento de cuerdas, 149
- extintores de agua con presión contenida, 126, 127, 131, 141-142
- coples Storz, 402, 405, 428-429
- terminados hacia el incendio para mangueras, 420
- tendido hacia el incendio. *Véase* tendido hacia el incendio
- enrollado con un cople de manguera en el centro, 414, 440
- chorros rectos
 - Véase también* chorros
 - lucha contra incendios de clase C, 540
 - capas térmicas afectadas por, 523, 524
 - emergencias de vehículos utilizando, 548
- filtros, mangueras de succión, 410
- correas, 413, 435, 436
- chorros
 - características, 526
 - clasificaciones, 491-492
 - descripción, 487
 - dirigido a atmósferas muy calentadas, 527
 - descarga en ventanas, 297, 528
 - elementos de, 492
 - efecto de la elevación en, 490-491, 543-544
 - alcance del extintor, 126
 - comportamiento del fuego afectado por, 363
 - sistemas de espuma, 513, 516-517
- chorros nebulizadores
 - descripción, 492, 494-496
 - como herramientas mecánicas, 531
 - boquillas, 494-496, 500, 511-512
 - ubicación, 528
 - como coberturas protectoras, 531
 - capas térmicas afectadas por, 523, 524
 - utilizados en incendios de clase B, 535
 - utilizados en incendios de clase C, 540
 - utilizados en emergencias de vehículos, 548
- pérdida y aumento de presión, 489-491
- dispositivos de chorro maestro, 74, 491-492, 528-529, 543-544
- patrones
 - rotos, 492, 496-498
 - chorros directos, 492-494, 532, 540
 - chorros rectos, 523, 524, 540, 548
- pérdida y aumento de presión, 489-491
- selección, 523-525, 527
- emergencias de vehículos, 548
- ventilación y, 346, 348, 363
- agua, 491-498
- resistencia de cuerdas, 149
- herramientas para golpear, 239, 241
- ventilación en canal, 361
- peligros de hundimiento estructural, 71-76
- incendios estructurales. *Véase* clasificación de incendios, incendios de clase A
- integridad estructural
 - indicadores de hundimiento, 73-74
 - proyectos de construcción, 65
 - tejados, 357, 360
 - de madera expuesta al fuego, 68
- combustibles subterráneos, 553
- filtros de mangueras de succión, 410
- atmósferas muy calentadas, 527
- supervisor, 16
- sistema complementario de realización (SCS), 201, 548, 549
- tendidos de mangueras de abastecimiento, 422-429
- actuaciones de línea de abastecimiento, 408-409
- rama de soporte (logística), 15
- combustibles subterráneos, 553
- coeficiente de superficie masa, 42-43, 44
- coeficiente de superficie-volumen, 43
- inspecciones de prevención de incendios, 656
- puertas batientes
 - entrada forzada, 253-254, 257, 269-270
 - tipos de, 244-246
 - doble, 249, 250, 254, 257
 - puertas cortafuegos, 249, 250, 254
- hacia dentro, 253, 269-270
- hacia fuera, 254, 271
- juntas de articulaciones, 406, 439
- cuerda sintética, 149, 153
- T**
- canales tácticos de radios, 648
- cables de cola, 156, 158
- dispositivos de marcado, 539-540
- sistemas de identificación de etiquetas para la contabilización del personal, 30
- cinta, acordonamiento de los lugares, 29
- equipo de grabación en cintas de los centros de comunicaciones, 637, 639
- peligros objetivo del incendio, 659
- combustibles objetivos, 53
- lonas, construcción de canales a partir de, 595
- (dispositivo de telecomunicaciones para sordos), 637-638
- centro de telecomunicaciones. *Véase* centros de comunicaciones
- dispositivo de telecomunicaciones para sordos, 637-638
- aparatos de circuito telegráfico, 642
- téfonos
 - en centros de comunicaciones, 636, 637-638
 - aparatos de alarma contraincendios, 643, 644
 - sistemas de alerta pública, 641-642
- teletipos, 637-638
- temperatura
 - de incendios de compartimiento, 49
 - materias que cambian de estado, 39
 - medición, 34, 36
 - reducción (extinción de incendios), 56, 57, 58
 - incendios forestales afectados por, 553
- crystal templado, 203-204, 246, 255
- diez códigos, 645
- diez normas contraincendios, 556
- terreno donde se produce el incendio forestales, 554
- tetraedro, 40-48
- téfonos de texto, 637-638

- equilibrio térmico *Véase* capas térmicas
- daño térmico a mangueras, 399
- capas térmicas
- descripción, 53, -54
 - efecto de la selección de chorro sobre, 523–524, 527
- propiedades térmicas de los compartimientos, 52
- trajes de protección térmica, 211, 212
- detectores termoelectrónicos, 563
- coples roscados, 402, 403–405, 422
- incendios tridimensionales, 128
- traslado entre tres personas, 217–218
- entrada forzada de cerradura, 255–257, 272–274
- método de rescate en el agua LANZAR, 212
- pernos fijadores de escalas, 284
- cabezal de escalas, 284
- equipo de alerta de tono en centros de comunicación, 636
- topografía donde se produce el incendio forestal, 554
- visitas a parques de bomberos, 675–676
- atmósferas tóxicas, 88–93
- control del tráfico, 10, 20, 532
- entrenamiento. *Véase* entrenamiento del bombero
- transferencia de mando, 17–18, 648
- líneas y equipo de transmisión, 536
- emergencias de transporte. *Véase* emergencias de vehículos
- incendios de basura, 549
- zanjas
- peligros, 208
 - rescates, 209, 210
 - ventilación, 361
- gatos de tornillo de zanja, 191
- acomodo de tres capas (mangueras)
- avance, 429, 472
 - descripción, 421, -422
 - realización, 459–460
- trípodes, 193
- compañía vehículo-escala, 8, 543–544, 545
- construcción de armadura, 73, 74–76
- estructuras de armadura de tejado, 359–360
- teletipos, 637–638
- construcción de túneles, 208, 209
- rescates en túneles, 210
- enrollado de dos coples paralelos, 414, 443–445
- cuerda torcida, 150, 151
- adaptadores contenedores, 187
- traslado entre dos personas, 185, 217–218
- atarse a escalas, 303, 313–314
- Tyler, Michigan contra*, 628–629
- construcción de tipo I (resistente al fuego), 65–66
- construcción de tipo II (no combustible o de combustión limitada), 66
- construcción de tipo III (normal), 66–67
- construcción de tipo IV (armazón fuerte), 67
- construcción de tipo V (armazón de madera), 67
- U**
- LIS (límite de inflamabilidad superior), 44
- desconexión de mangueras, 415
- líneas de transmisión subterráneas, 536–537
- mando unificado, 17
- uniformes para la actividades del parque, 86
- unidad de mando, 7
- límite de inflamabilidad superior (LIS), 44
- rociadores verticales, 575
- utilizados en espacios cerrados, 551
- servicios públicos, tácticas de control de incendios, 533–535
- detectores de UV (ultravioleta), 565–566
- V**
- válvulas
- descripción, 406
 - válvulas de hidrante, 408–409, 424–425, 465
 - apertura, 399
 - tipos de dispositivos, 406–409
- densidad de vapor, 39, 58
- vaporización, 43, 45, 46
- emergencias de vehículos
- posición del vehículo, 532–533
 - accidentes automovilísticos, 197–205
- control de la electricidad en, 535
- descarcelación, 197–205
- tácticas de control de incendios, 532–533, 548–549
- peligros, 93, 549
- planificación de prevención de incidentes, 532–533
- cabrestantes montados, 194
- ventilación
- ventajas de, 346–349
 - ataque coordinado con, 346, 522
 - explosiones de humo (*backdrafts*) y, 55, 348–349
 - sótanos, 352, 361–362
 - incendios subterráneos, 545, 546
 - decisión de proceder con la, 349–355
 - definición, 345
 - factor del desarrollo del incendio, 52
 - extinción del incendio, 346, 347
 - control de la propagación del incendio, 48, 347–348
 - flashovers* y, 348
 - forzada, 366–370
 - peligros, 74
 - horizontal, 363–366
 - hidráulica, 369–370
 - aperturas de inspección, 358
 - ranuras, 358
 - ubicación de la apertura, 353–355
 - cortes en forma de rejilla, 358
 - necesidad de ventilación adicional, 177
 - presión negativa, 367–368
 - aperturas
 - cortar, 359–361, 372–375
 - aperturas existentes en el techo, 354, 357–358 - presión positiva, 368–369
 - planificación de prevención de incidentes, 351
 - problemas con, 363, 365, 367, 369, 370
 - procedimientos, 543–544
 - conservación de bienes, 346–347
 - actuaciones de rescate, 346
 - tipos de tejado, 345, 359–360
 - selección de chorro, 363, 523–524
 - en canal, 361
 - en canal, 361
 - vertical, 355–363
 - visibilidad y, 346

- sierras para ventilación, 235–236, 358
 - puertas correderas verticales, 249, 250
 - ventilación vertical, 355–363
 - víctimas
 - acceso, 200–201
 - asistencia de víctimas en escalas, 305–306
 - de accidentes automovilísticos, 197–205
 - encontrar, 175–176
 - de incidentes con hielo, 212
 - traslado, 22, 35, 183–186, 219–221, 228–229
 - retirar, 9, 28–29, 183–186
 - visibilidad
 - baja, 109, 177
 - ventilación y, 346
 - detectores de humo de productos de combustión visibles (fotoeléctricos), 563–564
 - espacios vacíos en estructuras hundidas, 206, 207
 - volumen
 - de compartimientos, 52
 - de combustibles, 553
 - de líquidos, 43
 - chorros de volumen bajo, 491
 - bomberos voluntarios, 5
 - hundimiento en forma de V, 207
- W**
- válvula de seguridad de pared, 577
 - muros
 - derrumbar, 264–266
 - voladizos, 69
 - hundidos, 206
 - indicadores de hundimiento, 73, 74
 - efecto del fuego sobre, 69
 - propagación del incendio, 353
 - entrada forzada, 264–266
 - fuegos ocultos en, 598
 - evaluación, 266
 - tipos de, 68
 - chapados, 69
 - escalas (sencillas) de muro, 285
 - agua
 - cambio de estado, 39, 40, 488
 - carbonización afectada por el, 68
 - canales, 595, 614–616
 - como agente enfriador, 531
 - daño a los bienes, 588–590
 - dispositivos de desagüe, 593
 - capacidad de expansión, 488–489
 - extinción de incendios
 - de clase B, 531–532
 - de clase D, 541
 - extintores, 125–127, 134, 141–142
 - chorros contraincendios, 491–498
 - selección de la línea de manguera, 525
 - bienes, 487–489
 - teorías, 56–58
 - como herramienta mecánica, 531
 - como cobertura protectora, 531–532
 - rescates, 211–213
 - abastecimiento, 542–543
 - temperatura y, 39
 - vapor, 487
 - vaporización, 487–488
 - alarmas por flujo de agua, 578
 - golpe de ariete, 399, 412, 491
 - ladrones de agua, 408
 - aspiradores de agua, 593
 - debilitamiento de estructuras, 74
 - madera afectada por, 68
 - boquillas para aspirar agua de mangueras, 513
 - tiempo meteorológico
 - efecto sobre la ventilación, 364
 - efecto sobre los incendios forestales, 553–554
 - cintería, estabilización de vehículos, 200
 - cuñas y apuntalamiento, 192
 - peso, medición, 34
 - sistemas de rociadores con tuberías llenas, 580
 - agentes humectantes, 599
 - sistemas de alerta de silbato, 645
 - incendios forestales, 85–86, 552–556
 - cabrestantes, 194
 - viento
 - efecto sobre la ventilación, 364
 - efecto sobre los incendios forestales, 553
 - ventanas
 - Véanse también nombres de los tipos de ventana específicos*
 - sótanos y ventilación, 362
 - cobertura durante actuaciones de salvamento, 595–596
 - propagación del incendio y, 353
 - entrada forzada, 260–264, 276
 - descarcelación de automóviles, 202–204
 - mallá, 263–264
 - evaluación, 260
 - manchadas de humo, 348
 - chorros a través de, 297, 528
 - edificios sin ventanas, 352
 - parabrisas, quitar, 203–204
 - barlovento de edificios, 364
 - vidrio armado, 260, 357
 - aparatos cableados de circuito telegráfico, 642
 - madera
 - techos, 73
 - puertas, 244–245
 - efecto del fuego sobre, 68
 - suelos, 73, 266, 277
 - como combustible, 42, 58, 59, 67
 - escalas, 289
 - contenido de humedad de la, 68, 73
 - coeficiente de superficie masa superior, 42–43, 44
 - armaduras, 75
 - tipos de, 68
 - utilizada para apuntalar, 192
 - vigas I de madera, 75
 - construcción de tipo V (armazón de madera)
 - arrastre de la línea de trabajo (mangueras), 429, 478
 - manguera con recubrimiento textil, 398, 400, 401
 - válvula de seguridad de pared, 577
 - mangueras conectadas con coples “Y”
 - accesorios, 406–407
 - descripción, 429
 - descarga y avance, 473–474

