

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**ELABORACIÓN DE UN MANUAL DE MANTENIMIENTO
PREDICTIVO Y PREVENTIVO PARA LAS BOMBAS DE UN
SISTEMA DE SUPRESIÓN DE INCENDIOS DE ACUERDO A LA
NORMA NFPA 25-2011**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

SIGCHO LALA CHRISTIAN DARIO

cristian_dario1989@hotmail.com

DIRECTOR: ING. LLUMIQUINGA SORIA ADRIÁN FABRICIO

adrian.llumiquinga@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. ROMO HERRERA CARLOS ORLANDO

carlos.romo@epn.edu.ec

Quito, abril 2018

DECLARACIÓN

Yo, Christian Dario Sigcho Lala, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Christian Dario Sigcho Lala

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Christian Darío Sigcho Lala, bajo mi supervisión.

Ing. Adrián Llumiquinga Soria
DIRECTOR DEL PROYECTO

Ing. Carlos Romo Herrera
CODIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Ing. Adrián Llumiyinga tutor de la presente monografía por su ayuda desinteresada hacia mi persona quien desde un inicio supo brindar su apoyo para la realización de este trabajo.

Un agradecimiento muy especial para Byron y Luis Sigcho quienes me ayudaron con la gestión para realizar las visitas necesarias al sistema de bombeo contra incendios de CELEC TERMOPICHINCHA.

Un agradecimiento grande a los señores y señoras de la subdirección de la ESFOT pues sin su ayuda esta monografía no hubiese sido realizada, y a mis profesores que impartieron sus conocimientos en toda esta etapa que esta por culminar.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, porque siempre confió en mí, y fue el pilar fundamental en mi vida estudiantil y demostrarme su apoyo y cariño incondicional. A mi padre que me enseñó el significado de perseverancia ante los problemas y vicisitudes que día a día se pueden presentar en la vida laboral. A mis hermanos Niko y Tavito que siempre han escuchado todas mis inquietudes y problemas y han demostrado un cariño desinteresado. A la familia Chuquimarca Lala, tía Rosita, Tío Lucho y a mis ñaños Nando, Paty, Rous, que siempre con un consejo incondicional supieron darme el apoyo y empuje necesario para mi vida estudiantil. A mis amigos que aunque muy pocos son los que siempre han estado presentes enseñándome el significado de la verdadera amistad David P, Sergio S, Christian C, Anto A y Dome. A mi tío Pacifico a pesar de su situación física siempre tuvo un consejo adecuado para mí, siendo un ejemplo de lucha y esperanza.

Y finalmente a dos personas muy especiales Dayana N y Lupe Z, que me enseñaron que una decepción no solo te hunde si no que puede ser un impulso para triunfar.

Christian Sigcho

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I	1
1.1. Antecedentes de los sistemas de protección contra incendios.....	1
1.2. Normativa Vigente.....	3
1.3. Descripción de los Sistemas de Protección Contra Incendios	4
1.3.1. Sistemas de Protección Activa	5
1.3.2. Sistemas de Protección Pasivos.....	8
1.4. Sistemas Hidráulicos de Protección Contra Incendios.....	10
1.4.1. Agente Extintor.	10
1.4.2. Tipos de Sistemas Hidráulicos Contra Incendios.....	12
1.5. Componentes de los Sistemas Hidráulicos	16
1.5.1. Cisternas o Tanques de Almacenamiento de Agua	16
1.5.2. Casa de Bombas	21
1.5.3. Tipos de bombas.	24
1.5.4. Elementos de Control	29
1.5.5. Tuberías y Accesorios.	35
2. CAPÍTULO II	43
2.1. METODOLOGÍA	43
2.1.1. Descripción del Funcionamiento Mecánico de un Sistema de Bombeo	43
2.1.2. Partes y Funcionamiento mecánico.....	50
2.1.3. Componentes y Funcionamiento Eléctrico.....	64
3. CAPÍTULO III	74
3.1. ANÁLISIS Y RESULTADOS	74
3.1.1. Manual de Mantenimiento.....	74
3.1.2. Análisis	88
4. CAPÍTULO IV	91
4.1. Conclusiones.....	91
4.2. Recomendaciones	93
4.3. Bibliografía	95

4.4. Anexos 100

ANEXO I. Norma NFPA 25 -2011. Capítulo 8

ANEXO II. NFPA 25-2011. Capítulo 4

ANEXO III. Artículo publicado en la página web de la NFPA114

ANEXO IV. Formulario para Inspección y Mantenimiento de Bombas de Incendio.

ANEXO V. Formulario para el Mantenimiento Predictivo de Bombas de Incendio

ANEXO VI. Ordenanza Municipal N°470. Regla Técnica (RTQ) 7

ANEXO VII. Tablas de cedula 10 y Cedula 40 para aspersores

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Iniciadores manuales o automáticos.	5
Figura 1.2. Dispositivos de notificación.	6
Figura 1.3. Ventilación Mecánica Controlada Con Recuperadores De Calor En Edificio De Oficinas.	6
Figura 1.4. Sistema de Extinción de Incendios a Base de Agua (rociadores).	7
Figura 1.5. Supresión de Incendios sin Agua (gases inertes).	8
Figura 1.6. Sistema de Compartimentación.	9
Figura 1.7. Sistema de Fire Stop.	9
Figura 1.8. Vía de Evacuación Presurizada con Aire.	10
Figura 1.9. Sistema de Rociadores en Columna Húmeda.	12
Figura 1.10. Sistema de Rociadores en Columna Seca.	13
Figura 1.11. Sistema de Pre-Acción con Alarma.	13
Figura 1.12. Instalación Fija.	14
Figura 1.13. Sistema de supresión por diluvio.	15
Figura 1.14. Hidrantes Externos.	15
Figura 1.15. Monitor de Agua.	16
Figura 1.16. Tanque Elevado.	17
Figura 1.17. Tanque a Nivel del Suelo.	18
Figura 1.18. Terraplén.	19
Figura 1.19. Tanque cisterna.	19
Figura 1.20. Tanque Presurizado.	20
Figura 1.21. Casa de Bombas (vista exterior).	22
Figura 1.22. Casa de Bombas.	23
Figura 1.23. Bomba de eje horizontal.	25
Figura 1.24. Bomba de Eje Vertical.	26
Figura 1.25. Diagrama de Conexión Succión Positiva.	26
Figura 1.26. Diagrama de Conexión Sección Negativa.	27
Figura 1.27. Bomba Acoplada a un Motor De Inducción.	28
Figura 1.28. Bomba Acoplada a un Motor de Combustión Interna.	28
Figura 1.29. Válvula de Compuerta.	29
Figura 1.30. Válvulas de Globo.	30
Figura 1.31. Válvula de Mariposa.	30
Figura 1.32. Válvula OS&Y.	31
Figura 1.33. Válvula check unidireccional.	32
Figura 1.34. Válvula de alivio.	32
Figura 1.35. Medidor Tipo Paleta.	33
Figura 1.36. Medidor Ultrasónico de Flujo.	34
Figura 1.37. Presostato.	34
Figura 1.38. Acople Ranurado.	36
Figura 1.39. Acople Rígido.	37
Figura 1.40. Acople Flexible.	37

Figura 1.41. Accesorios Ranurados	38
Figura 1.42. Acoplamiento Bridado	39
Figura 1.43. Accesorios Bridados	39
Figura 1.44. Tubería Roscada	40
Figura 1.45. Accesorios Roscados	40
Figura 1.46. Tubería de Cobre.	42
Figura 1.47. Accesorios de Cobre.	42
Figura 2.1. Componentes de un Equipo de Bombas.	43
Figura 2.2. Esquema de Accionamiento de la Bomba Jockey.	46
Figura 2.3. Esquema de Apagado de la Bomba Jockey.	46
Figura 2.4. Esquema de Encendido de la Bomba Principal de Motor Eléctrico.	47
Figura 2.5. Esquema de Encendido de la Bomba Secundaria de Motor de Combustión Interna.	49
Figura 2.6. Esquema de Encendido de la Bomba Secundaria de Motor de Combustión Interna.	49
Figura 2.7. Componentes de una Bomba Centrífuga.	50
Figura 2.8. Bomba en Línea	51
Figura 2.9. Bomba de Succión al Extremo	52
Figura 2.10. Bomba de Carcaza Partida	52
Figura 2.11. Bomba de succión Vertical	53
Figura 2.12. Motor Eléctrico Acoplado a una Bomba Centrífuga.	58
Figura 2.13. Motor Impulsor Diésel.	62
Figura 2.14. Tablero de Control Para un Motor Eléctrico	65
Figura 2.15. Tablero de Control de Motor de Combustión Interna.	67
Figura 2.16. Indicador de Cargador de Batería.	67
Figura 2.17. Indicador de Presión de Aceite.	68
Figura 2.18. Indicador de temperatura.	68
Figura 2.19. Horómetro.	69
Figura 2.20. Tacómetro.	69
Figura 2.21. Luces piloto.	70
Figura 2.22. Tablero de Encendido y Control.	71
Figura 2.23. Cuadro de Control Eléctrico Bomba Jockey.	72
Figura 2.24. Panel de Alarma Contra Incendios.	73
Figura 3.1. Analizador de Vibraciones.	85
Figura 3.2. Cámara Termográfica	86
Figura 3.3. Medidor de Ultrasonidos	87
Figura 3.4. Análisis de Aceite.	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Ventajas y desventajas de agente extintor agua Fuente	11
Tabla 1-2. Ventajas y Desventajas de Diferentes Tipos de Uniones	41
Tabla 2-1. Marcas y Proveedores de Sistemas Contra Incendios en Ecuador	54
Tabla 2-2. Otras Marcas más Utilizadas en el Ecuador	54

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a los datos que maneja la secretaria de territorio, Hábitat y Vivienda del Municipio de Quito en sus páginas web en el D.M. de Quito existen aproximadamente 70.000 establecimientos donde se ejerce algún tipo de actividad económica, de los cuales 1.000 son categorizados como de alto riesgo de incendios, es decir el 1%. De estos 1000 establecimientos un 75% poseen un sistema de supresión de incendios a base de agua, sin embargo, el propietario o dueño de la edificación desconoce los aspectos normativos y técnicos que se requieren para realizar el mantenimiento de tales sistemas.

Otro problema que radica para realizar el mantenimiento en los sistemas de bombeo, tiene su origen en la no aplicación de las normas NFPA, ya sea debido al limitado acceso a manuales de mantenimiento, o a una falta de socialización por parte de los bomberos sobre la Ordenanza Metropolitana de Quito (O.M. 470.)

Por lo tanto se plantea como objetivo fundamental de este trabajo es elaborar un manual de mantenimiento para el mantenimiento predictivo y preventivo que sirva como una guía a los propietarios de los establecimientos que cuenten con sistemas de supresión de incendios a base de agua, donde se detalla las actividades para realizar un trabajo adecuado de conservación de las bombas contra incendios, tomando como referencia la O.M. 470 y la norma NFPA 25.

Este manual contendrá todas las tareas que se deben llevar a cabo, para evitar un deterioro temprano en los componentes mecánicos y eléctricos de las bombas contra incendios.

CAPÍTULO I

1.1. Antecedentes de los sistemas de protección contra incendios.

Al término del siglo XVIII e inicios del siglo XIX, época de la revolución industrial, la sociedad empezó a observar la necesidad de implementar un sistema de protección contra incendios con la finalidad de sentir seguridad permanentemente en las edificaciones donde vivía o trabajaba. En dicha época, la carente eficacia de los sistemas era muy común, la cual consistía en la utilización de vigilantes de incendios y coches de brigadas con equipos ineficaces que no cumplían con las normas de seguridad. A finales del siglo XIX se inició la construcción de industrias, fábricas, bodegas de almacenamiento de grandes dimensiones, edificios de gran altura y procesos en la industria de alto riesgo, los mismos impulsan el desarrollo de tecnologías para la seguridad contra incendios.

Fue en EE.UU al finalizar el siglo XIX donde se observó incendios de gran magnitud y se vio la necesidad de crear la organización NFPA (National Fire Protection Association) que inició su trabajo desde 1896. Su propósito fue el normalizar los nuevos sistemas de extinción basados en rociadores de accionamiento automático.

La aplicación de las normas NFPA incluye todos los detalles de diseño en la construcción de edificios, desde la forma en que se realiza la instalación del sistema eléctrico, hasta la cantidad y dimensiones de las vías de evacuación de una edificación.

La NFPA (National Fire Protection Association) en su inicio estuvo conformada exclusivamente por miembros representativos de compañías de seguros. En la actualidad sus integrantes son representantes de diferentes departamentos de bomberos, de compañías de seguros, de la industria, sindicatos, organizaciones comerciales y profesionales en ingeniería.

En Ecuador han existido siniestros de gran magnitud como el incendio de las bodegas de industrias situadas en Guayaquil, incendios estructurales en hogares y, lamentablemente, el 19 de abril del 2008 se produce el incendio en la Discoteca Factory que dejó como saldo la pérdida de vida de 19 personas y múltiples heridos.

Estos acontecimientos hacen que las autoridades nacionales, impulsen la creación de un Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, que a pesar de que recoge muchos aspectos técnicos, es complejo de entenderlo y de aplicarlo por la discrecionalidad que deja en sus artículos.

Debido a la necesidad de tener un cuerpo normativo que satisfaga los requisitos de los usuarios en materia de prevención de incendios y, como lo establece el literal m) Artículo 55 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, en relación a las competencias exclusivas de los gobiernos autónomos descentralizados municipales manifiesta que es responsabilidad de los municipios en "Gestionar los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios", el Municipio de Quito emprende en el desarrollo de una ordenanza metropolitana exclusiva en materia de prevención de incendios que incluye aspectos mínimos de protección contra incendios que la NFPA exige en el diseño, instalación y mantenimiento.

En la actualidad en el Distrito Metropolitano de Quito existe la Ordenanza Municipal (O.M.) 470 la cual establece reglas técnicas para la prevención de incendios basándose en las normas NFPA, esta ordenanza fue aprobada el 18 de diciembre 2013.

El 31 de enero de 2014 el alcalde del Distrito Metropolitano de Quito resuelve modificar las reglas técnicas aprobadas por la Ordenanza Metropolitana N°47 en base al "Proyecto de reforma de las reglas técnicas en materia de prevención de incendios" que presenta el Cuerpo de Bomberos de Quito.

Finalmente, luego de la participación de los colegios de ingenieros, representantes de inmobiliarias y la Secretaría de territorio, Hábitat y Vivienda del DMQ, se

modifica el 25 de agosto del 2015 las reglas técnicas de la O.M.470. Esta versión se encuentra vigente hasta el momento.

1.2. Normativa Vigente

En el Distrito Metropolitano de Quito existen establecimientos dedicados a ejecutar algún tipo de actividad económica. Todas las ocupaciones, residenciales, comerciales o industriales, son vulnerables a sufrir un incendio, en algunos casos no por falta de un sistema de protección contra incendios si no por incumplir reglas técnicas de instalación o de mantenimiento de los sistemas.

Esto trae como consecuencia que en el momento que ocurra un incendio, el sistema de protección contra incendios no funcione de forma óptima causando pérdidas materiales o humanas.

La OM 470 se compone de dos partes: El cuerpo de la ordenanza, donde se desarrolla todo el aspecto legal de sanciones, responsabilidades y derechos de los usuarios en materia de lucha contra incendios, y posee las Reglas Técnicas, que es un conjunto de secciones en las cuales se abordan aspectos técnicos de diseño, instalación, montaje y mantenimiento de los sistemas de protección contra incendios.

Las reglas técnicas que forman parte de la OM 470 vigente son las siguientes:

- RTQ1: Reglas Técnicas Básicas
- RTQ2: Reglas Técnicas de Edificación
- RTQ3: Reglas Técnicas en Función del Riesgo Derivado del Destino u Ocupación de la Edificación
- RTQ4: Reglas Técnicas Específicas para el Uso, Almacenamiento, Transporte y Distribución de Materiales Peligrosos
- RTQ5: Medios de Egreso
- RTQ6: Sistema de Detección y Alarmas Contra Incendios
- RTQ7: Sistemas de Extinción de Incendios

La Ordenanza Municipal 470 se elaboró en base a la ley de defensa contra incendios y determina que es conveniente crear un modelo mínimo de seguridad frente al riesgo de incendios en el Distrito Metropolitano de Quito, independientemente del uso que se dé a las edificaciones ubicadas en la circunscripción territorial del Distrito Metropolitano de Quito.

El desarrollo de esta monografía se fundamenta en los requisitos de mantenimiento que la RTQ 7 donde se establecen los criterios que la Autoridad Competente, es decir, el Cuerpo de Bomberos de Quito, utiliza para revisar el cumplimiento de las actividades de mantenimiento en los sistemas de protección contra incendios hídricos.

1.3. Descripción de los Sistemas de Protección Contra Incendios

Se llamará protección contra incendios a todas las medidas que se tiene en las edificaciones para:

- Salvar vidas
- Minimizar pérdidas materiales
- Lograr que las actividades en la edificación se reestablezcan de manera rápida

Las protecciones contra incendios fundamentales en edificaciones son de dos tipos:

- Sistemas de protección pasivos
- Sistemas de protección activos

1.3.1. Sistemas de Protección Activa

Son aquellos elementos que se aprecian a simple vista en cualquier lugar público, ayudan a la detección, alerta, señalización y extinción del fuego.

Algunos ejemplos de estos sistemas son los siguientes:

- Sistemas de detección y alarmas de incendios
- Sistemas de extracción de aire
- Sistemas de supresión de incendios a base de agua
- Sistemas de supresión de incendios sin agua

Sistemas de Detección y Alarmas De Incendios

El inicio del sistema de detección de un incendio puede ser manual o automático. Se considera manual cuando es la persona quien acciona los interruptores por decisión propia al momento del inicio de una alerta de incendio y automático cuando la detección lo realiza detectores automáticos de humo o de calor, activando los elementos de notificación o alarma los cuales darán aviso a las personas mediante sirenas, luces o altavoces.



Figura 1.1. Iniciadores manuales o automáticos.
(Babesa.com, 2017)



Figura 1.2.Dispositivos de notificación.
(Babesa.com, 2017)

Sistemas de Extracción de Aire

Su propósito es evitar la propagación del humo canalizándolo por sus ductos y descargándolo hacia el exterior así se impedirá que en el lugar del incendio haya falta de visibilidad o asfixia en las personas debido a su toxicidad.

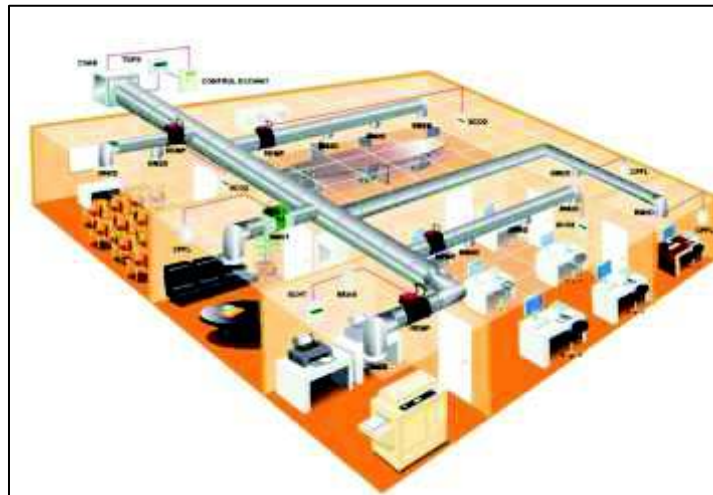


Figura 1.3. Ventilación Mecánica Controlada Con Recuperadores De Calor En Edificio De Oficinas.
(AFME, 2015)

Sistemas de Supresión de Incendios a Base de Agua

Son ideales para controlar incendios de gran magnitud con uno de los elementos más comunes presentes en la naturaleza como lo es el agua.

Este tipo de sistema es regularmente utilizado para la protección de áreas con grandes dimensiones, estructuras comerciales, industrias y bodegas.



Figura 1.4. Sistema de Extinción de Incendios a Base de Agua (rociadores).
(TP Contra Incendios y Seguridad, 2017)

Sistemas de Supresión de Incendios sin Agua

Son sistemas que basan la extinción de incendios con el uso de gases inertes los cuales desplazarán el oxígeno para poder apagar el incendio.

Estos sistemas no dejan residuos después de la extinción de un incendio, no causan daños ambientales, son utilizados para proteger centros de datos.



Figura 1.5. Supresión de Incendios sin Agua (gases inertes).
(ArchDaily Perú, 2017)

1.3.2. Sistemas de Protección Pasivos

Son aquellos materiales utilizados en la construcción de las edificaciones, que aunque no son apreciables a simple vista dotan a la edificación de una protección y resistencia estructural contra el fuego, evitando su derrumbe e impidiendo la propagación del fuego a instancias o edificaciones colindantes.

Algunos sistemas de protección pasivos son:

- Sistemas de compartimentación
- Sistemas de fire-stop
- Vías de evacuación

Sistemas de Compartimentación

Este sistema evita la propagación de un incendio de una habitación a otra debido a sus elementos que son altamente resistentes al fuego como son: Puertas corta fuego, falsos techos, paredes resistentes al fuego, etc.

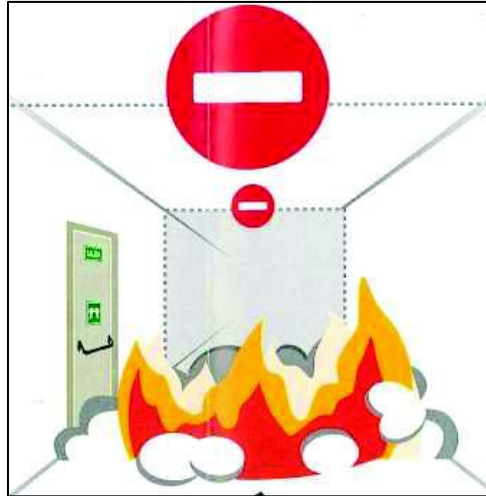


Figura 1.6.Sistema de Compartimentación.
(Construmática, 2017).

Sistemas de Fire-stop

Su propósito es aislar y contener el fuego mediante el sellado de orificios causados por el paso de cables eléctricos tuberías, ductos de ventilación a través de las paredes.

Estos sellos son de gran resistencia al calor producido por el fuego evitando que un incendio y sus gases tóxicos se propaguen a diferentes compartimentos.



Figura 1.7.Sistema de Fire Stop.
(Hilti, 2017)

Vías de Evacuación

Es la ruta correctamente señalizada que las personas deberán tomar en caso de un incendio o simulacro, llevándolas a un lugar seguro, normalmente las medidas de rutas de evacuación son estandarizadas para su diseño.

Estas vías son presurizadas mediante la inyección de gran cantidad de aire a presión evitando que cuando una puerta se abra en el momento de evacuación se genere una presión impidiendo que el humo circule hacia adentro de la ruta.

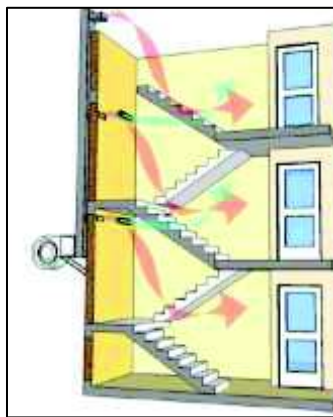


Figura 1.8. Vía de Evacuación Presurizada con Aire.
(Aire acondicionado Split, 2016)

1.4. Sistemas Hidráulicos de Protección Contra Incendios

1.4.1. Agente Extintor.

El agua es empleada como el agente extintor más fácil de obtener y barato de utilizar. Este elemento es muy común encontrar en la naturaleza y es usado como el principal agente para extinguir incendios por sus diversas propiedades al contacto con un incendio.

Extinción por Enfriamiento Superficial.

El agua actúa absorbiendo o captando parte del calor que genera la propia llama y la refleja el medio ambiente, para evitar que éste llegue al combustible y pueda seguir generando gases combustibles.

Procede absorbiendo calor a la mezcla inflamable para reducir su temperatura, con ello la energía puesta en juego en el proceso, y en especial lograr que baje la temperatura por debajo de la temperatura ignición.

Extinción por Acción Sofocadora o Bloqueadora del Oxígeno.

Cuando el agua se evapora aumenta su volumen aproximadamente unas 1700 veces transformándose de líquida a vapor.

El mecanismo de sofocación implica reemplazar el aire ambiente por el vapor de agua para la reacción química de la combustión. Si el calor del fuego genera suficiente vapor de agua, el oxígeno queda desplazado o excluido y el fuego se extingue por acción sofocadora o bloqueadora

Las ventajas y desventajas de usar agua como agente extintor se señalan en la siguiente tabla.

Tabla 1-1. Ventajas y desventajas de agente extintor agua
Fuente (autor)

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Gran capacidad de absorber el calor	Tiene conductividad eléctrica
Bajo nivel de reactividad	Gran tensión superficial
Económica	Poca viscosidad
No tiene fecha de caducidad	Reactiva con aluminio y magnesio
No pierde su capacidad extintora	Su densidad impide su utilización en líquidos más livianos

1.4.2. Tipos de Sistemas Hidráulicos Contra Incendios.

Sistemas de Columna Húmeda.

Se caracteriza por tener siempre agua a la presión necesaria en sus tuberías para una descarga inmediata a través de los rociadores

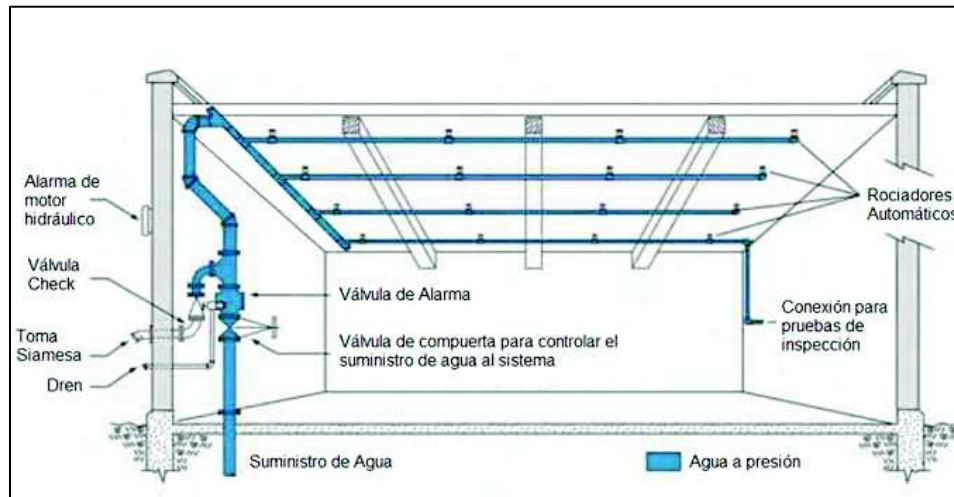


Figura 1.9. Sistema de Rociadores en Columna Húmeda.
(Rodríguez, J. 2013)

Sistemas de Columna Seca.

Este sistema contiene en sus tuberías aire comprimido, al momento de producirse un incendio abre la cabeza del rociador y el aire es liberado permitiendo el paso del agua hacia los rociadores.

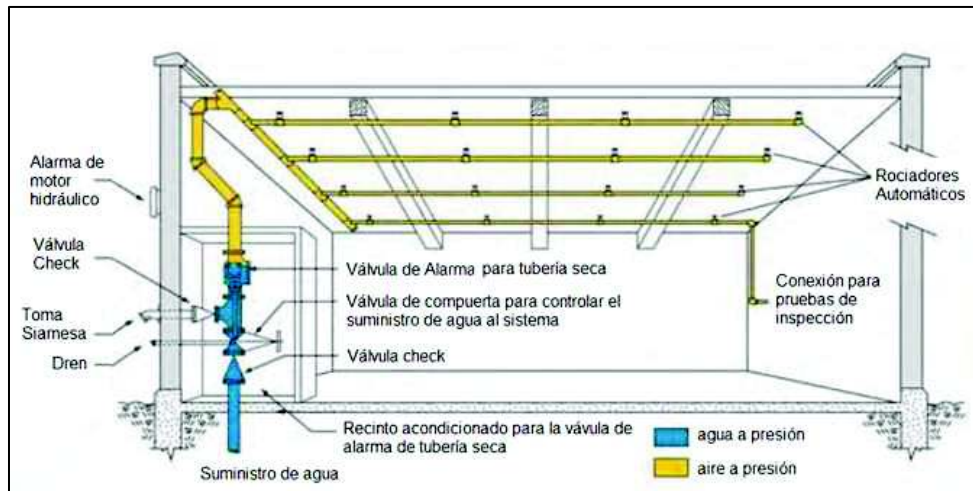


Figura 1.10. Sistema de Rociadores en Columna Seca.
(Rodríguez, J. 2013).

Sistemas de Pre-acción.

Este tipo de sistema es básicamente el mismo que el de tubería seca, a diferencia de que está conectado a un sistema de detección de incendios. Para que se produzca una descarga será necesario que explote un bulbo de nebulizador y que se dispare una alarma en el sistema independiente de detección de incendios.

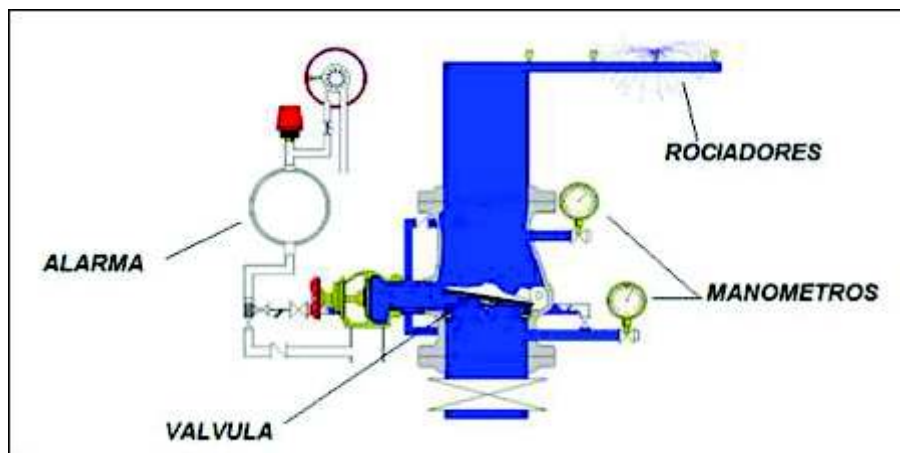


Figura 1.11. Sistema de Pre-Acción con Alarma.
(Rodríguez, J. 2013)

Sistemas de Manguera.

También llamados instalaciones fijas, son utilizados en un incendio para ayudar a sofocarlo y evitar su rápida expansión, son los más frecuentes utilizados en conatos de incendio, su diseño y lugar de instalación se regirán en base a la norma NFPA 24. Instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios.



Figura 1.12. Instalación Fija.
(Chowanczak, A. 2011)

Sistemas de Diluvio.

Estos sistemas aportan gran cantidad de agua en zonas extensas como refinerías, termoeléctricas, suelen ser utilizadas donde la posibilidad que exista daños térmicos sea de gran magnitud, alcanzando a cubrir grandes espacios y cubriendo en ocasiones en totalidad los conatos de incendios, ayudando que su extinción sea más rápida y evitando pérdidas materiales como también humanas.

Estos son muy útiles debido a su pronta activación y eficacia al momento de su funcionamiento y al terminar el mismo, por experiencia estos sistemas de diluvio son muy usados a nivel industrial cuando se trata de evitar la expansión de un incendio hacia otros espacios.



Figura 1.13. Sistema de supresión por diluvio.
(SBT Group, 2017)

Sistemas de Hidrantes Exteriores

Estos elementos proporcionan la presión y el caudal necesario a los bomberos en caso de un incendio, su uso también lo podrán realizar personas que fueron capacitadas para su manejo y poder contribuir a la lucha contra el fuego.



Figura 1.14. Hidrantes Exteriores.
(Themudo, C. 2010)

Sistemas Monitores o Lanzas

Proporcionan descargas de agua o espuma a largas distancias, son utilizadas en su mayoría en lugares donde los tanques de almacenamiento son de gran tamaño por ejemplo: termoeléctricas, instalaciones petroleras, transformadores eléctricos etc.



Figura 1.15. Monitor de Agua
(F.A manufacturas, 2017)

1.5. Componentes de los Sistemas Hidráulicos

1.5.1. Cisternas o Tanques de Almacenamiento de Agua

Son muy importantes en los sistemas de protección contra incendios debido a que mantienen el suministro de agua en la red principal en caso de emergencia.

En base a la norma NFPA22. Standard for Water Tanks for Private Fire Protection, que tuvo origen en 1909, trata sobre los tanques de almacenamiento, su diseño, instalación y mantenimiento respectivamente.

Tipos de tanques y/o recipientes

- Tanques Atmosféricos
 - a) Tanques de Gravedad (Elevados)
 - b) Tanques de Succión (Nivel del Suelo)
 - I. Tanques Terraplén recubierto con tela de goma
 - II. Cisternas
- Tanques presurizados

Tanques Atmosféricos.

Son aquellos que tienen una abertura como venteo para el intercambio de aire entre el exterior y el interior del tanque.

Tanques Elevados

Son colocados por encima del nivel del suelo y del sistema de bombeo, la gravedad ayuda a que su presión de descarga sea más elevada



Figura 1.16. Tanque Elevado.
(BajaDesignEngineer, 2016)

Tanques a Nivel del Suelo

Son instalados a nivel del sistema de bombeo, requieren bombas de agua para poder incrementar la presión del agua.



Figura 1.17. Tanque a Nivel del Suelo.
(Baja DesignEngineenring, 2016)

Tanques Terraplén

Consiste en hacer un agujero en la tierra recubiertos con tela de goma, son para almacenar grandes cantidades de agua. Su uso es más común en áreas rurales debido a que en áreas urbanas es más difícil encontrar suficiente espacio disponible.



Figura 1.18. Terraplén.
(Ali Adalberto, 2008)

Cisternas

Son contenedores subterráneos en su mayoría, son aplicables también para el uso como recipientes de almacenamiento de agua para sistemas contra incendio, pero requieren del uso de bombas contra incendio.

Estos recipientes son muy utilizados en lugares donde no se cuenta con suficiente espacio para poder colocar un tanque superficial.



Figura 1.19. Tanque cisterna.
(Baja Design Engineering, 2016)

Tanques Presurizados.

Están totalmente sellados y se presurizan una vez que han sido llenos con agua. La forma más usual de presurizar estos tanques es con el uso de compresores de aire. La función del aire presurizado dentro del tanque es provocar un empuje para incrementar la presión de salida.



Figura 1.20. Tanque Presurizado.
(Baja DesignEngineering, 2016)

La norma NFPA 22. Standard for Water Tanks for Private Fire Protection, hace mención para determinar la mejor ubicación de estos tanques en dos casos.

- No estén expuestos al fuego.
- No estén expuestos al congelamiento del agua.

La NFPA 22. Standard for Water Tanks for Private Fire Protection, indica que el tanque tiene que estar instalado por lo menos a 20 pies (aprox. 6 metros) de cualquier estructura combustible, si el tanque queda dentro de los 20 pies, se debe instalar materiales a prueba de fuego, o utilizar rociadores abiertos (protección de la exposición) para tanques que se encuentren a 20 pies de las estructuras combustibles.

Adicionalmente, la NFPA 22 menciona que si existe riesgo de congelamiento del agua, se localice el tanque en espacios con calefacción o se instalen equipos de calentamiento de agua en el tanque.

Su mantenimiento se regirá a la norma NFPA 25, norma para la prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios a base de agua, capítulo 9, en el cual se hace mención de la frecuencia mínima requerida para su inspección.

Se realizan las siguientes actividades de mantenimiento:

- Las superficies exteriores pintadas del tanque y la estructura de soporte, deben inspeccionarse anualmente para buscar señales de degradación.
- El interior de los tanques de acero sin protección contra la corrosión debe inspeccionarse cada 3 años.
- No se debe dejar en el interior del tanque o en la superficie materiales de desecho como tablas, botes de pintura.

1.5.2. Casa de Bombas

En un sistema de protección contra incendios de una edificación o industria el grupo de bombas es el corazón del sistema de extinción, este no puede fallar en caso de ocurrir un incendio, es por eso que su instalación tiene que ser correcta dentro de una casa de bombas, la cual brinde las protecciones adecuadas al sistema completo de bombeo.



Figura 1.21. Casa de Bombas (vista exterior).
(Autor)

La casa de bombas está conformada por los siguientes elementos:

1. Calefacción
2. Iluminación normal
3. Iluminación de emergencia
4. Ventilación
5. Drenaje
6. Tuberías y accesorios
7. Equipo de bombas
 - a. Bomba eléctrica
 - b. Bomba diésel
 - c. Bomba jockey
8. Tanque presurizado
9. Tanque de almacenamiento de combustible

10. Tableros de control respectivamente para cada bomba



Figura 1.22. Casa de Bombas.
(TECNI-TIPS-GANB, 2014)

Las actividades de mantenimiento que se realizan a la casa de bombas contra incendio, se describen a continuación:

- Según la NFPA 20, norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios, “la ubicación y acceso al cuarto de bombas deberán ser previamente planificados con el departamento de bomberos.” (NFPA 20 capítulo 5 numeral 5.12.1.1.3)
- “Los cuartos que contengan bombas contra incendio, estarán libres de almacenamientos y penetraciones que no sean esenciales para la operación de la bomba y sus componentes relacionados.” (NFPA 20 capítulo 5 numeral 5.12.1.1.4)

- “Las unidades de bomba contra incendios ubicadas en el exterior, se encontrarán a por lo menos 50 pies (15.3m) de distancia de cualquier edificio expuesto.” (NFPA 20 capítulo 5 numeral 5.12.1.2.1)

1.5.3. Tipos de bombas.

Generalmente existen varios tipos de bombas en nuestro medio.

Se tienen las siguientes clasificaciones de bombas según sea su forma de instalación, el tipo de succión y el tipo de motor impulsor.

1. Por su forma de instalación
 1. Bomba de eje horizontal
 2. Bomba de eje vertical

2. Por su tipo de succión
 1. Bombas de succión positiva
 2. Bombas de succión negativa

3. De acuerdo a su motor impulsor
 1. Bombas eléctricas
 2. Bombas a diésel

Por su Forma de Instalación

Bombas de Eje Horizontal

Son caracterizadas debido a que su motor impulsor y la bomba centrífuga se encuentran en la misma altura, es decir su eje de impulsión está en el mismo nivel que el eje de succión, este tipo de bombas son ideales en sistemas de protección contra incendios

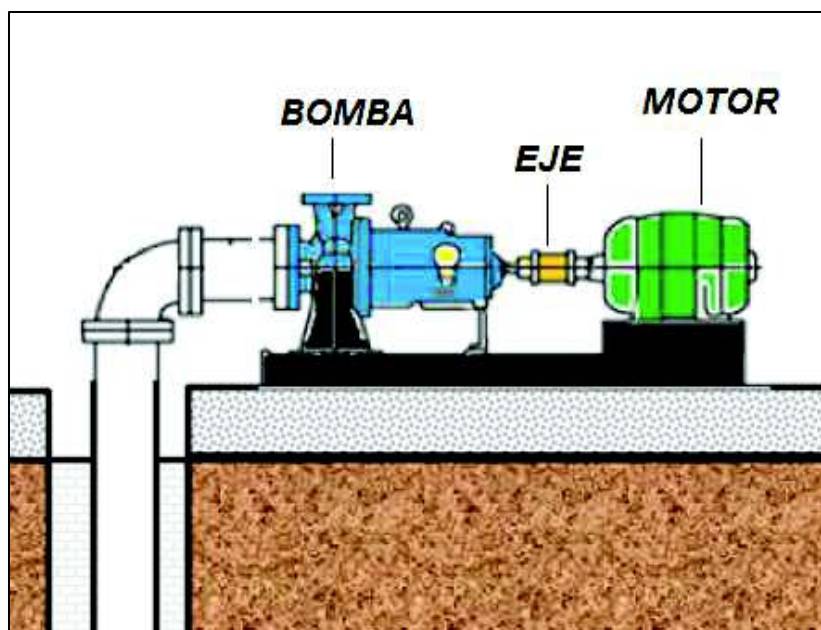


Figura 1.23. Bomba de eje horizontal.
(Gabay, S. 2016)

Bombas de Eje Vertical

Este tipo de bombas son usadas específicamente cuando no haya suficiente espacio para la instalación de una bomba horizontal o cuando el fluido a succionar sea profundo.

Estas bombas tienen su eje de giro en posición vertical, sus rodetes se encuentran sumergidos en el líquido que aspiran, su motor impulsor está a un nivel superior al de la bomba.



Figura 1.24. Bomba de Eje Vertical.
(Cingral. 2017)

Bombas Según su Tipo de Succión

Bombas de Succión Positiva

Se define así debido a que, el nivel del fluido a succionar está por encima del centro de la succión de la bomba.

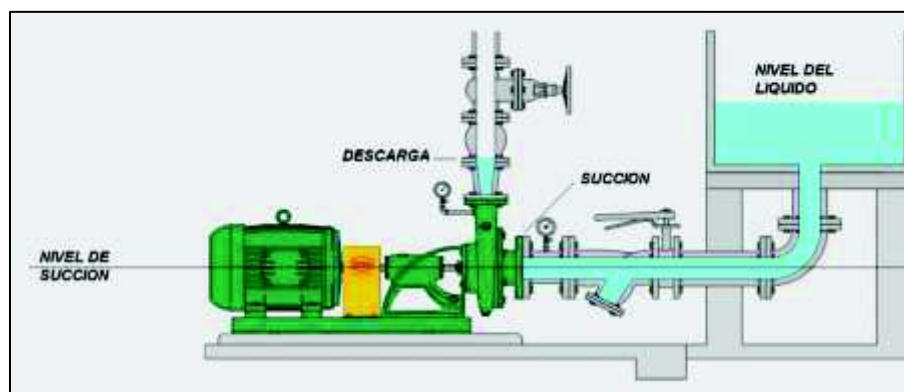


Figura 1.25. Diagrama de Conexión Succión Positiva.
(TROMBA S.A, 2017)

Bombas de Succión Negativa

En este sistema, el fluido a succionar se encuentra por debajo del centro de la succión de la bomba, es decir la cisterna se encuentra bajo el nivel del suelo.

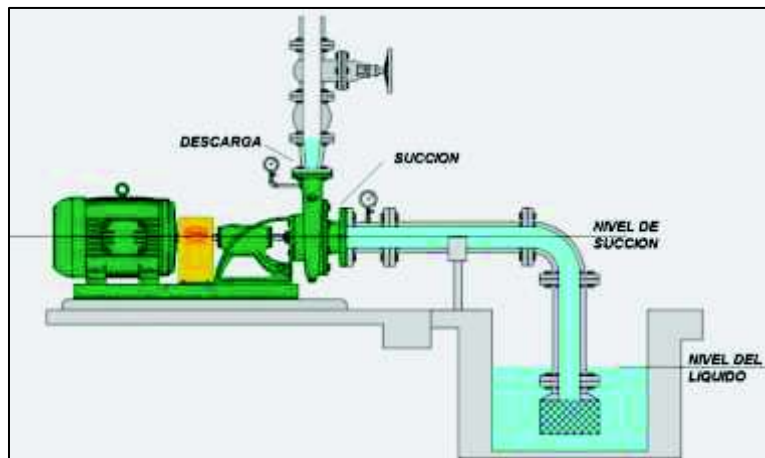


Figura 1.26. Diagrama de Conexión Sección Negativa.
(TROMBA S.A, 2017)

La norma NFPA 20 menciona que se debe instalar una bomba de succión negativa “cuando el suministro de agua se encuentre ubicado por debajo de la línea central de descarga de la brida y la presión de abastecimiento de agua no es suficiente para transportar el agua a la bomba contra incendio...” (Norma NFPA20 capítulo7 numeral 7.1.1)

Bombas de Acuerdo a su Motor Impulsor

Bombas Eléctricas

Son caracterizadas por que el impulsor de la bomba está acoplado al eje de un motor eléctrico, el cual transmitirá su movimiento y pondrá en funcionamiento a la bomba.

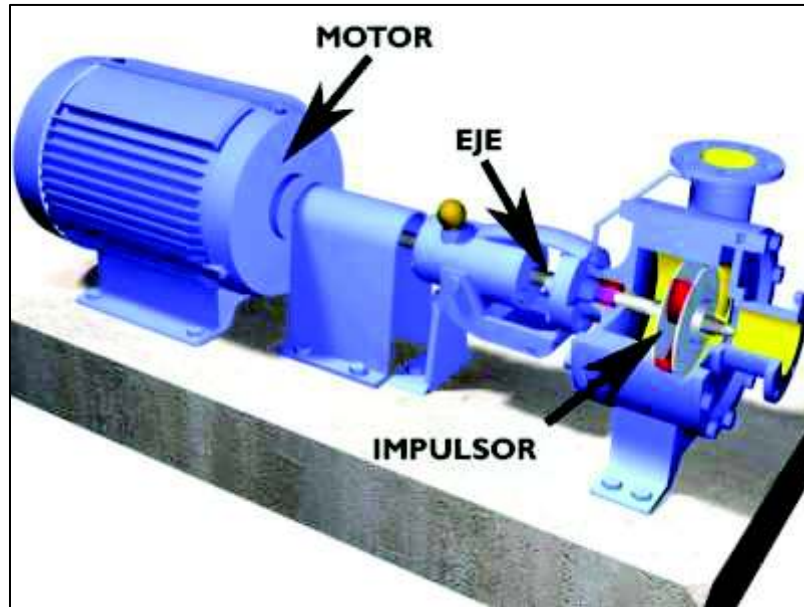


Figura 1.27. Bomba Acoplada a un Motor De Inducción
(Cidad, E., S.F)

Bombas a Diésel

El impulsor de la bomba está acoplado a un motor de combustión interna, el cual funciona a base de combustible (diésel) que será comprimido en el interior de los cilindros proporcionando movimiento al cigüeñal el mismo que brinda movimiento al eje de transmisión.

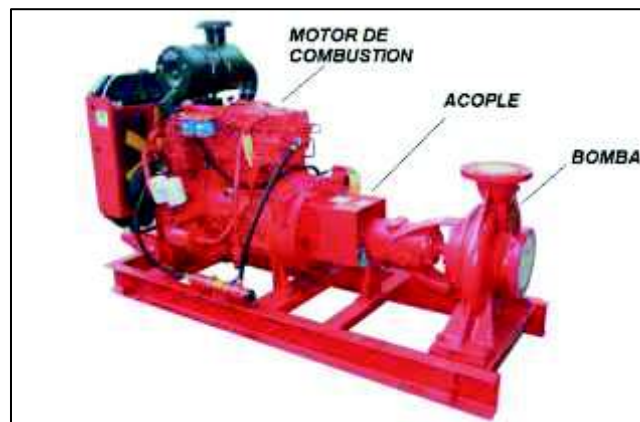


Figura 1.28. Bomba Acoplada a un Motor de Combustión Interna.
(TROMBA S.A, 2017)

1.5.4. Elementos de Control

Válvulas

Son dispositivos mecánicos o electromecánicos que permiten iniciar, detener o regular el paso de agua por tuberías. Todo circuito debe contar con un número de válvulas, que serán distribuidas según el propósito que se quiere lograr.

Válvula de Compuerta

Está diseñada para cortar el paso de un fluido a través de una tubería, por medio de un obturador, el cual bloquea el paso del fluido, su funcionamiento siempre será totalmente abierta o totalmente cerrada, su objetivo nunca será el de regular la circulación de un fluido.



Figura 1.29. Válvula de Compuerta.
(ALL.BIZ, 2017)

Válvula de Globo

Tienen la ventaja de ser reguladoras de fluido realizando un cierre hermético, pero a su vez al detener parte del fluido. Esta genera una caída de presión en la línea.



Figura 1.30. Válvulas de Globo.
(SC fluids, 2017)

Válvula de Mariposa

Interrumpe o regula el flujo de un fluido en una tubería, reduciendo o aumentando su sección de paso por medio de un disco circular en su interior.



Figura 1.31. Válvula de Mariposa.
(INICA Recambios, 2017)

Válvula OS&Y (vástago y yugo externo)

Controlan el flujo de agua que circula en una tubería, se los encuentra en aplicaciones de servicio de agua o industriales.



Figura 1.32. Válvula OS&Y.
(Serrano, J. 2017)

Válvula Check

Es también llamada válvula unidireccional o de retención, permite el paso del fluido en solo una dirección y bloquea la circulación del fluido en dirección opuesta, su uso en sistemas contra incendios es importante debido a que cuando las bombas impulsoras dejan de funcionar por mantenimiento o simplemente son apagadas, la gravedad regresa los fluidos hacia abajo, esta válvula anti retorno se cierra rápidamente ayudando a prevenir el golpe de ariete provocado por el contraflujo.



Figura 1.33. Válvula check unidireccional
(Meckasacperu. 2017)

Válvula de Alivio de Presión

Ayuda a la protección frente a sobrepresión, su misión es evitar una explosión, el fallo de un equipo o tubería por un exceso de presión, este tipo de válvulas se pueden encontrar en instalaciones industriales, comerciales y domésticas. En general son obligatorias en las instalaciones en las que circulen o mantengan fluidos sometidos a cambios de presión, reduciendo así el golpe de ariete el cual puede dañar los hangares de tubería y la instrumentación, conduciendo a un ambiente de trabajo peligroso.



Figura 1.34. Válvula de alivio
(VCPSA, 2017)

Medidores de Flujo

Estos dispositivos detectan flujo en una tubería y están conectados a un dispositivo de control para prender o apagar una bomba, hay diferentes tipos de medidores de flujo existentes en el medio para su utilización.

- Medidores de flujo de paleta
- Medidores de flujo ultrasónico

Medidores de flujo de paleta

Su funcionamiento se caracteriza por el giro de un rotor de acuerdo al paso de un fluido en una tubería, tienen una precisión del orden del 0.2%, son adecuados para fluidos de alta presión y temperatura.



Figura 1.35. Medidor Tipo Paleta
(AMEX S.A. 2016)

Medidores de Flujo Ultrasónicos

Utilizan la tecnología ultrasónica para medir la velocidad de un fluido. Su funcionamiento se basa en el método diferencial de tránsito, dentro del flujómetro ultrasónico están ubicados 2 pares de sensores uno frente al otro del tubo de medición, cada sensor transmite una señal ultrasónica alternativamente y cuando el líquido empieza a fluir las señales son aceleradas en dirección del flujo.



Figura 1.36. Medidor Ultrasónico de Flujo.
(Autor)

Sensores o Presostatos

Estos reciben la señal de un manómetro el cual indica cuando hay una caída de presión o una compensación de la misma, haciendo que el presostato abra o cierre el circuito de alimentación de las bombas contra incendios.

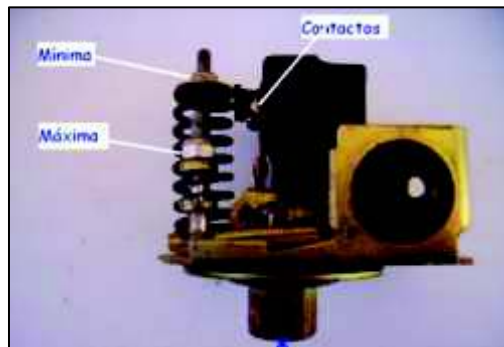


Figura 1.37. Presostato.
(Atedo A, 2014)

Su operación se da cuando un fluido ejerce una presión sobre un pistón interno haciendo que se mueva hasta que se unan dos contactos. Cuando la presión baja, un resorte empuja el pistón en sentido contrario y los contactos se separan.

Un tornillo permite ajustar la sensibilidad de disparo del presostato al aplicar más o menos fuerza sobre el pistón a través del resorte. Usualmente tienen dos ajustes independientes: la presión de encendido y la presión de apagado.

No deben ser confundidos con medidores de presión; mientras estos últimos entregan una señal variable con base al rango de presión, los presostatos entregan una señal de, apagado y encendido únicamente.

1.5.5. Tuberías y Accesorios.

Son las encargadas de transportar el líquido por toda la red hidráulica desde el tanque de almacenamiento hasta el sistema de rociadores.

Según la NFPA 24: Instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios, se tiene que:

- No deben instalarse tuberías de menos de 6 pulgadas (152 mm) de diámetro como un servicio principal privado del suministro a hidrantes.
- Para tuberías principales que no alimenten hidrantes, debe ser permitido el uso de tamaños menores de 6 pulgadas (152 mm). (NFPA 24 capítulo 5 numeral 5.2)

Estas, a lo largo de su trayecto, deben estar protegidas para daños mecánicos o de incendio, cuando las tuberías pasan por áreas abiertas, cuartos fríos u otras áreas donde la tubería está expuesta a temperaturas de congelación la NFPA 24 recomienda que las tuberías deban estar protegidas por lo siguiente:

- Cubiertas aislantes
- Cubiertas a prueba de congelación

- Otros medios confiables capaces de mantener una temperatura mínima entre 40°F Y 120°F (4°C Y 48.9 °C)

La NFPA 24: Instalación de tuberías para servicio privado de incendios y sus accesorios, hace mención sobre los materiales con los que deben ser fabricados tanto las tuberías como accesorios que son utilizados en sistemas de protección contra incendio.

Accesorios

En los sistemas contra incendios los acoples o uniones tienen un papel importante, debido a que por su fácil remoción se puede aumentar o disminuir la longitud de la red de tubería, existen algunos tipos de uniones o acoples entre ellos los más comunes como son

- Ranurados
- bridados
- roscados

Acoples Ranurados

Este tipo de uniones o acoples son en su variedad más económicos en comparación a otros tipos de acoples, proporcionan una unión autocentrada y se adapta a necesidades de presión, vacío y otras fuerzas externas, así como también evita juntas de expansión y soportes especiales.

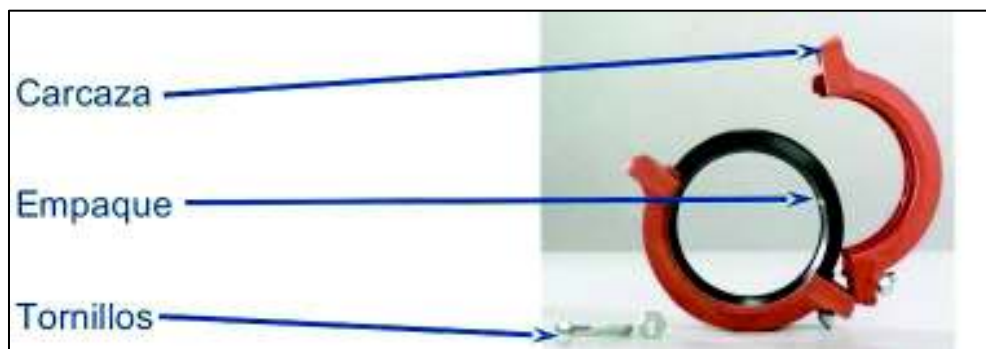


Figura 1.38. Acople Ranurado
(Rodríguez, G. 2013)

Existen dos categorías de acoples:

Ranurados Rígidos

Este tipo de acoples son diseñados para tuberías de presión moderada, es por eso su utilización en sistemas contra incendios. Su funcionamiento empieza después de su instalación, debido a que después de apretar, la pestaña y el alojamiento de los cuerpos se solapan con sus homólogos del otro cuerpo permitiendo que exista una adecuada alineación angular, el diseño de estos acoples no permite que exista desalineación entre ejes, apretándolos de manera que no sea posible que se genere movimiento relativo entre ellos.

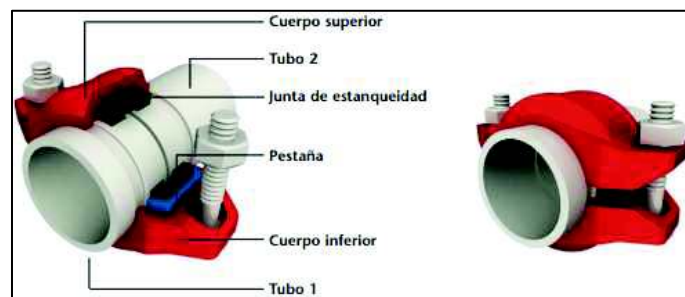


Figura 1.39. Acople Rígido
(ATUSA, 2013)

Ranurados Flexibles

Su diseño permite a la unión tener flexibilidad tanto angular como lineal, el contacto entre el cuerpo superior e inferior es de forma superficial, permitiendo así que exista movimiento de la unión.



Figura 1.40. Acople Flexible
(ATUSA, 2013)

Accesorios Ranurados

Existe una amplia gama de accesorios ranurados, los cuales permiten una flexibilidad mayor, son fáciles de instalar y confiables, el diseño de los accesorios ranurados crea en cada una de las juntas una unión mecánica haciendo que los cambios, ampliaciones o mantenimiento sean muy fáciles de realizarlos.



Figura 1.41. Accesorios Ranurados
(Yanginalarm, 2017)

Acoples y Accesorios Bridados

Los acoples bridados son principalmente para servicios sobre el suelo, para manejo de agua u otros líquidos cuando se ve en la necesidad de usar uniones rígidas con cerrojo, además las bridas son la conexión estándar en las válvulas tipo mariposa, las mismas que se encuentran instaladas a lo largo del tendido de la tubería. En el sistema de protección contra incendios el uso de acoples bridados en redes exteriores de tubería es de suma importancia debido a que los

componentes de la red de tubería son removibles para revisiones periódicas, modificaciones como lo es expansión y contracción a intervalos estratégicos.

Este tipo de acoples son usados con frecuencia en sistemas de bombeo, sistemas de tubería industrial, en tuberías subterráneas de uniones bridadas no es recomendado su uso debido a la rigidez de la unión.



Figura 1.42. Acoplamiento Bridado
(Hdosobras, 2017)



Figura 1.43. Accesorios Bridados
(Alhisac.com, 2017)

Acoples y Accesorios Roscados

En la antigüedad este tipo de uniones y accesorios fueron muy utilizados, en la actualidad ya no es recomendable debido a que para roscar tuberías de 10, 7, 5, se reduce parte de su grosor debilitando las paredes de la tubería, provocando en el punto de la rosca una fractura o ruptura. Para redes exteriores de sistemas contra incendios las tuberías deben ser de una cédula 30 o 40, las mismas que tienen más grosor y son vendidas sin roscar, este trabajo se lo realizara en el campo o en un taller especializado.



Figura 1.44. Tubería Roscada
(Limgsac, 2017)



Figura 1.45. Accesorios Roscados
(Limgsac, 2017)

Tabla 1-2. Ventajas y Desventajas de Diferentes Tipos de Uniones
(autor)

	RANURADO	BRIDADO	ROSCADO
Una unión en cada junta	Si	Si	No
Amortigua vibración y ruido	Si	No	No
Permite la contracción y expansión	Si	No	No
Deflexión angular después del ajuste	Si	No	No
Flexibilidad cuando se necesita	Si	No	No
Menos riesgo de incendio al instalar	Si	Si	Si
Fácil mantenimiento o reparación	Si	Si	No
Más económico	Si	No	No

Tubería de acero para rociadores contra incendios

Las tuberías ceduladas son usadas en los sistemas contra incendios específicamente en la instalación de rociadores, son de alta calidad, rendimiento y larga duración, la cédula es una manera de definir el espesor de las paredes de una tubería, es decir mientras más gruesa es la pared del tubo su numeración variara, se puede encontrar desde cédula 5, 10, 30, 40 y STD (Aplica para tuberías de 1/8 de pulgada hasta 10 pulgadas). 60, 80 y XS cédulas extra reforzadas y cédulas 100, 110, 120, 130, 140 y XXS doblemente reforzadas.

En el anexo 7 se encontrará las tablas en las cuales está especificado los espesores y presiones de cada una de las tuberías de cédula 10 y cédula 40 respectivamente.

Tubería y Accesorios de Cobre

Soportan altas presiones son comúnmente utilizados para transportar agua caliente, fría y calefacción, en los sistemas contra incendios son utilizados en las conexiones que van desde el tablero de control hasta los instrumentos de control como son los presostatos.



Figura 1.46. Tubería de Cobre.
(konekt, 2017)



Figura 1.47. Accesorios de Cobre.
(Plomería Selecta, 2017)

CAPÍTULO II

2.1. METODOLOGÍA

2.1.1. Descripción del Funcionamiento Mecánico de un Sistema de Bombeo

El equipo de bombeo está conformado por elementos y equipos que trabajan en conjunto cuando se presente un incidente de incendio.

Elementos de un Sistema de Bombeo

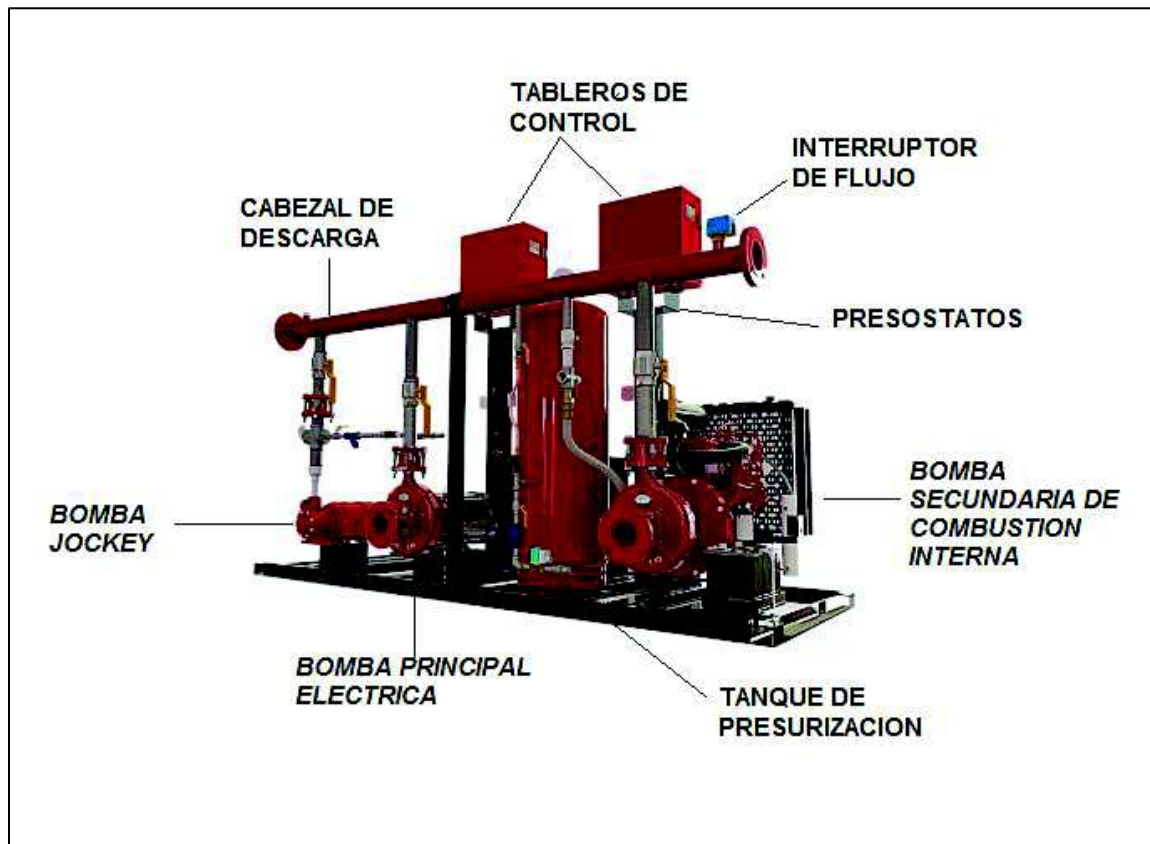


Figura 2.1. .Componentes de un Equipo de Bombas.
(Cofimax, S.F)

Bomba jockey

En todo sistema de bombeo para protección contra incendios es necesaria la inclusión de una bomba jockey o piloto para presurizar la red principal en caso de fugas pequeñas de agua.

Bomba principal eléctrica

Es la encargada de funcionar en primer plano en caso de suceder un incendio, arranca de forma automática y su apagado se lo realizará de forma manual o automática si el sistema tiene un interruptor de flujo instalado a la salida del cabezal de descarga.

Bomba secundaria de combustión interna

Entra en funcionamiento cuando la bomba principal deja de funcionar o esté averiada, su funcionamiento al igual que la principal será automática por medio de un presostato y su apagado será manual o automático en caso de que el sistema tenga instalado un interruptor de flujo.

Tanque de presurización

Pequeño acumulador de presión que mantiene presurizada la línea, está conectado a la bomba jockey, sirve para amortiguar a los interruptores de presión y manómetros.

Presostatos

Son interruptores automáticos que trabajan en función a la presión y ordenan la puesta en marcha de las bombas. Se regularán en función del punto de trabajo determinado para cada bomba.

Interruptor de flujo

Su función es detectar el flujo que pasa por el cabezal de descarga, cuando la presión en la tubería presurizada baja por consumo, el interruptor de flujo pone en funcionamiento la bomba automáticamente. En el instante en que no hay consumo aumentara la presión en la tubería, desactivando el interruptor y apagando la bomba.

Tableros de control

Son elementos muy importantes de todo sistema de bombeo debido a que desde aquí se podrá realizar maniobras de mando como son encendido y apagado de las bombas de forma manual a través de selectores, también se podrán visualizar las luces piloto que muestran el funcionamiento de cada bomba.

Cabezal de descarga.

Interconecta las líneas de descarga de las 3 bombas en paralelo para la descarga a la red principal.

Funcionamiento del equipo de bombeo

Funcionamiento bomba jockey

El ciclo de funcionamiento automático del equipo de bombeo inicia con un registro de caída de presión en la red hidráulica por: falla en una brida, fugas de agua en un hidrante o en la tubería.

La presión definida en el diseño del sistema empezará a caer, esta caída de presión se observa en el manómetro de la bomba jockey, este enviará la señal al presostato el cual se encarga de cerrar el circuito eléctrico encendiendo la bomba jockey presurizando la tubería hasta llegar a la presión determinada o de trabajo, una vez alcanzada la presión de trabajo en la red hidráulica, el presostato recibirá la señal del manómetro y abrirá el circuito apagando la bomba.

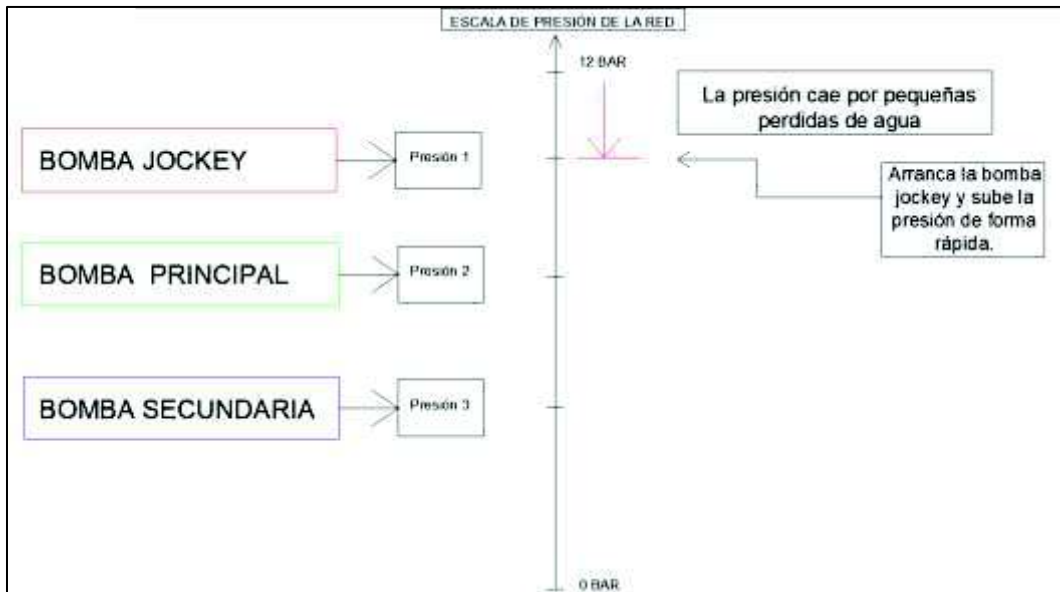


Figura 2.2. Esquema de Accionamiento de la Bomba Jockey.

(Autor)

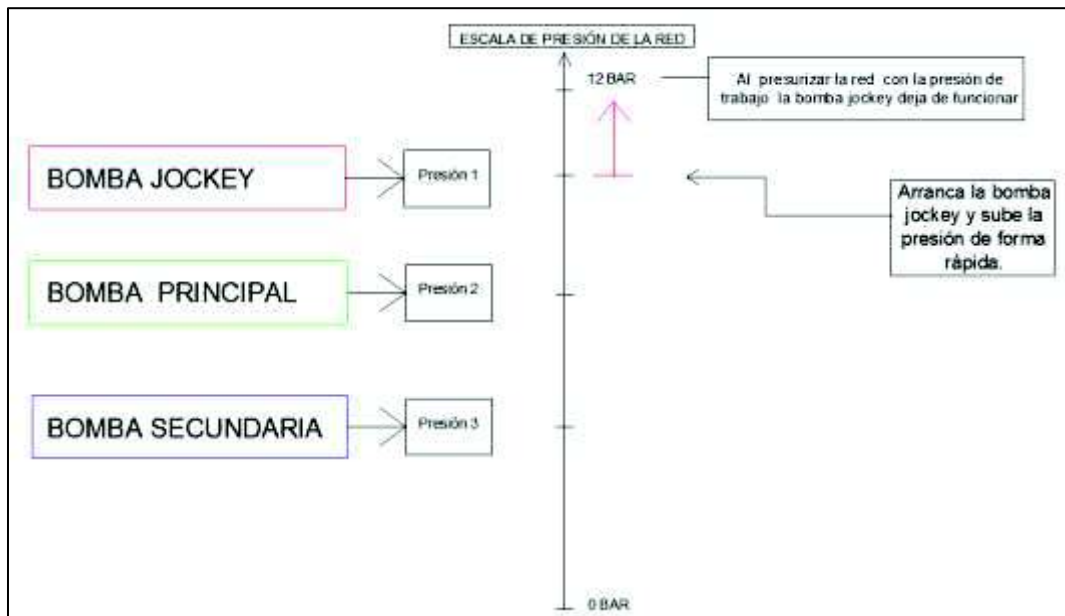


Figura 2.3. Esquema de Apagado de la Bomba Jockey.

(Autor)

Funcionamiento de la bomba principal de motor eléctrico

Cuando existe consumo de agua en hidrantes o en rociadores por presencia de un incendio o por uso de algún elemento conectado al sistema, nuevamente empieza a funcionar la bomba jockey , esta no podrá mantener la presión hidráulica en el sistema dado que esta proporciona menor presión que la de consumo.

La presión continuará bajando incluso con la bomba jockey en funcionamiento, al caer la presión por debajo del valor establecido en el presostato de la bomba principal , esta arranca e inmediatamente, presuriza la red activando el interruptor de flujo, quedando condicionado el paro de la bomba por el flujo mas no por la presión, en el momento que se termine el consumo en hidrantes el interruptor de flujo dará la orden para que la bomba principal se apague, el apagado también se lo podrá realizar desde su tablero de control.

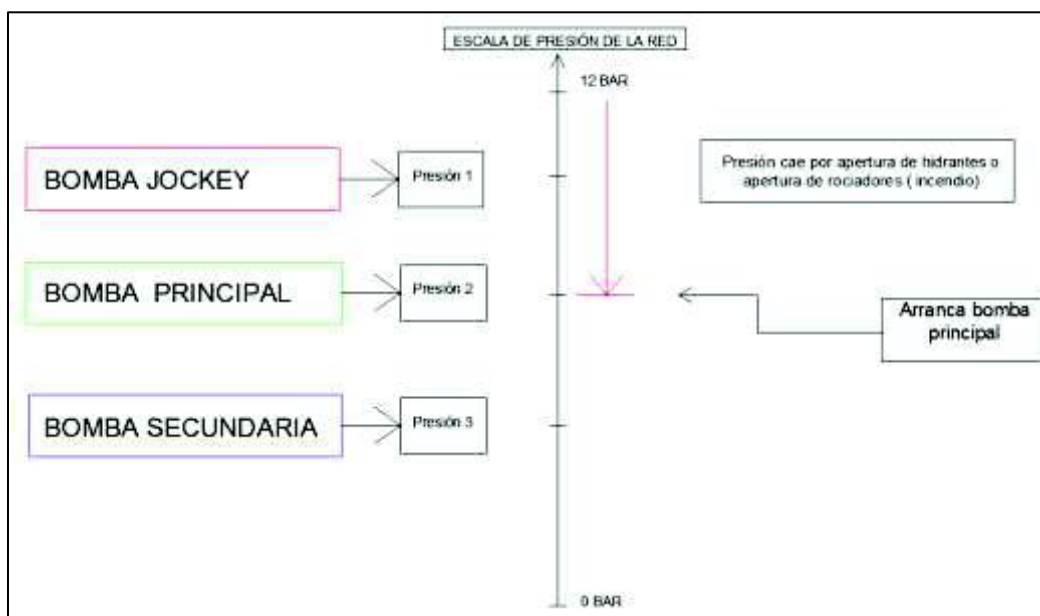


Figura 2.4. Esquema de Encendido de la Bomba Principal de Motor Eléctrico.
(Autor)

Funcionamiento de la bomba secundaria de combustión interna

La bomba de motor de combustión interna entra en funcionamiento en dos casos:

- La bomba principal no arranca por daños o desperfectos y la presión en la red cae por debajo de su presión de arranque.
- La bomba principal deja de funcionar por falla de energía eléctrica debido a que cuando ocurre un incendio y por alguna razón el suministro de energía eléctrica que alimenta la bomba principal queda fuera de servicio inesperadamente.

En el segundo caso cuando existe consumo en hidrantes o rociadores por la presencia de un incendio la presión en la red cae hasta llegar a la presión de arranque de la bomba principal, esta se encenderá y empezará a trabajar normalmente, al existir la falta de corriente eléctrica causada por el incendio, la bomba principal deja de funcionar y la presión en la red empieza a caer hasta cuando llegue por debajo de la presión de arranque de la bomba principal, este valor se evidenciará en el manómetro de la bomba secundaria el cual envía la señal a su presostato, este cierra el circuito y arrancará la bomba secundaria, activa el interruptor de flujo e inmediatamente presuriza la red de consumo para que no haya interrupción en la extinción del incendio, manteniendo la presión adecuada, el apagado de la bomba secundaria se lo realiza manualmente desde su tablero de control o de forma automática cuando el interruptor de flujo ya no detecte flujo por el cabezal.

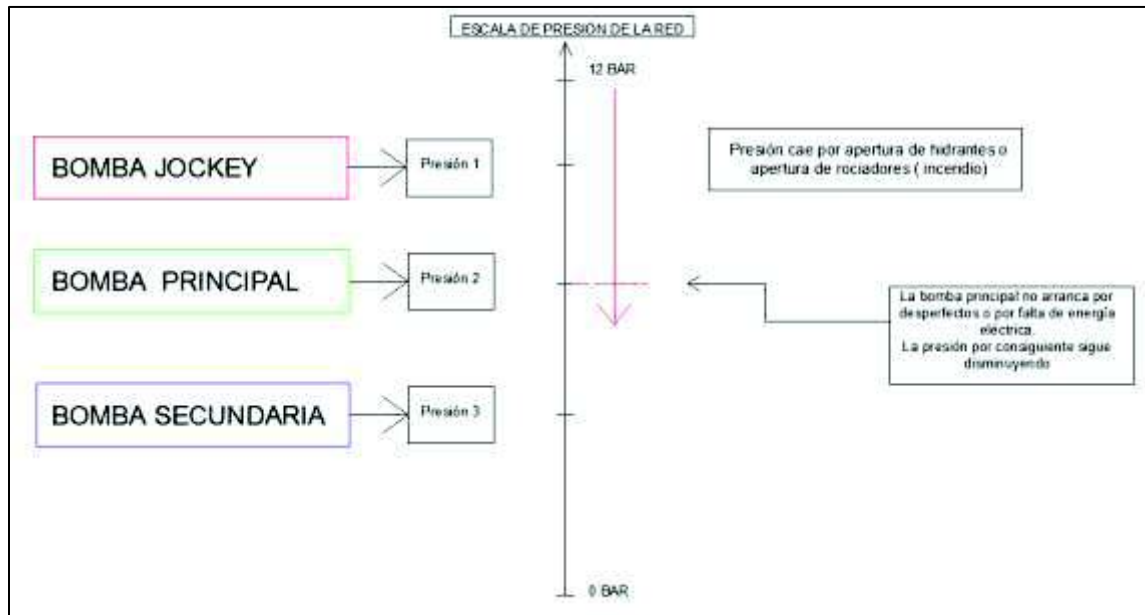


Figura 2.5. Esquema de Encendido de la Bomba Secundaria de Motor de Combustión Interna.
(Autor)

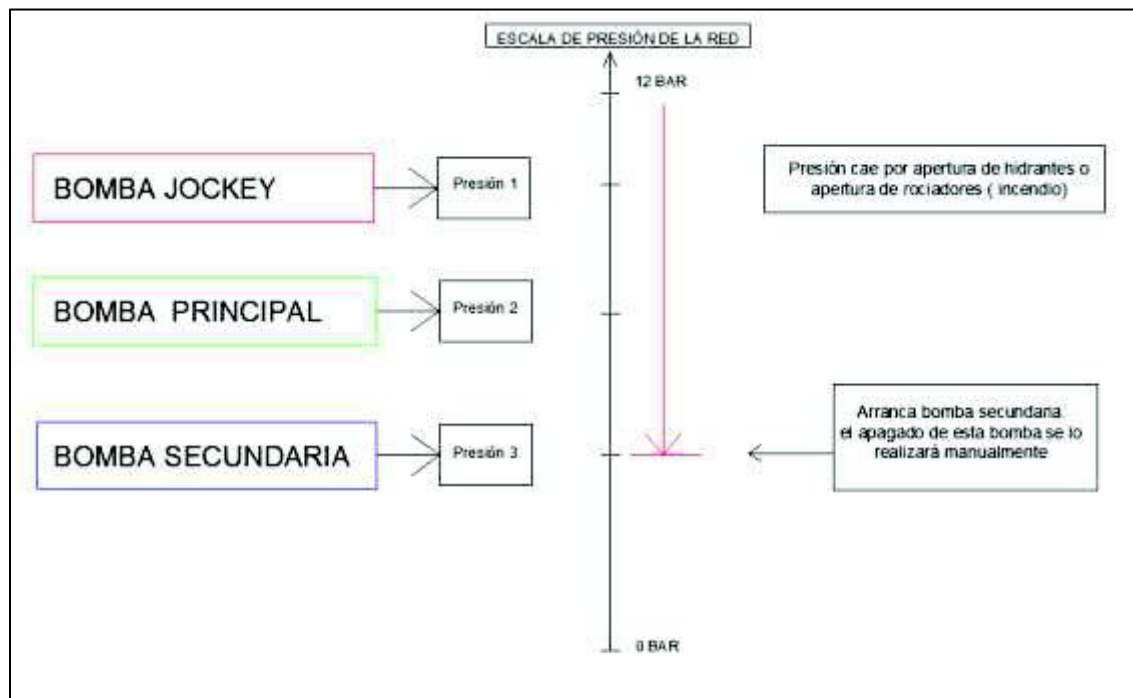


Figura 2.6. Esquema de Encendido de la Bomba Secundaria de Motor de Combustión Interna.
(Autor)

2.1.2. Partes y Funcionamiento mecánico.

Bomba Centrífuga

Este dispositivo recibe energía mecánica de un motor impulsor acoplado a su eje y transfiere parte de esta energía a un fluido que la atraviesa aumentando su presión aprovechando la acción de la fuerza centrífuga y transformándola en energía potencial.

Sus principales ventajas es la de optimizar el espacio o son usadas en lugares en los que el cuarto de bombas no tenga suficiente espacio, no requiere una base y su el elemento rotativo se lo puede remover sin afectar la tubería principal de descarga y succión.

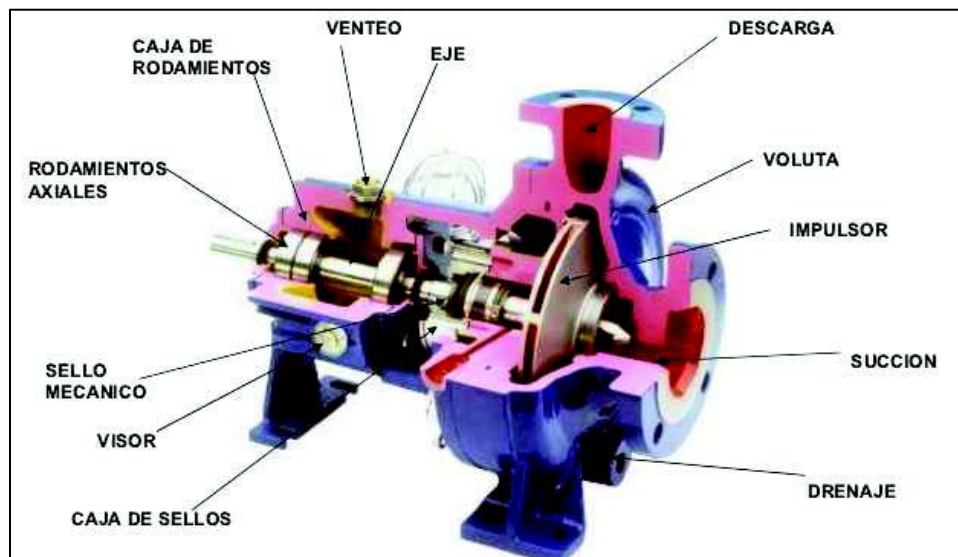


Figura 2.7. Componentes de una Bomba Centrífuga.
(Rubio, J. 2009)

A continuación se tiene los tipos de bombas centrífugas indicadas para un sistema de protección contra incendios.

Bombas en Línea

Su motor esta soportado por la misma bomba, su descarga es aproximadamente en la misma línea central, su capacidad es alrededor de 700 galones por minuto.



Figura 2.8. Bomba en Línea
(Pump, 2018)

Bomba de Succión al Extremo

Este tipo de bombas son listadas hasta 750 galones por minuto, su descarga es de forma vertical superior, todo el peso de la tubería de descarga se ubica en la caja de la bomba, su mantenimiento es fácil debido a que se lo realiza sin necesidad de mover las tuberías.

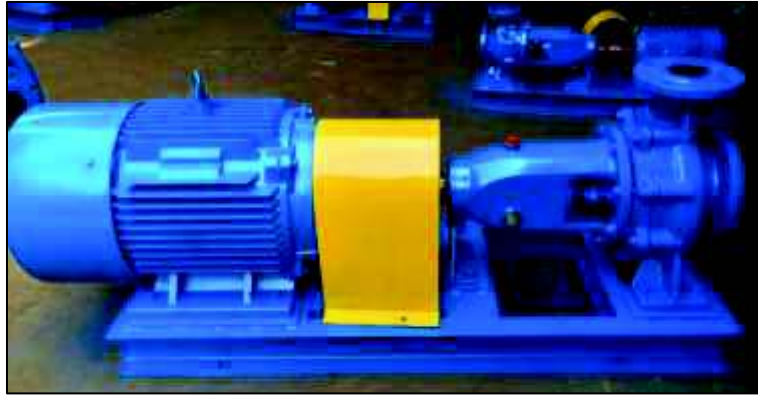


Figura 2.9. Bomba de Succión al Extremo
(alibaba, 2018)

Bomba de Carcasa Partida

Su diseño consiste en que se encuentra dividida de forma horizontal con respecto al centro de la línea del eje de la bomba, están listadas entre 100 galones por minuto hasta 5000 galones por minuto de dos etapas en su modelo. Su mantenimiento es muy fácil de realizarlo debido a que la parte superior es de fácil remoción, permitiendo una mejor vista de su interior visualizando las fallas.



Figura 2.10. Bomba de Carcaza Partida
(Balames, 2018)

Bomba de Turbina Vertical

El elemento de bombeo está suspendido por el sistema de conducción, que encierra el sistema de eje vertical utilizado para transmitir potencia a los impulsores, el rotor primario será externo al flujo del caudal. Están disponibles en flujos desde 250 galones por minutos hasta 5000 galones por minuto. La NFPA 20 estipula que no se puede usar una bomba horizontal cuando se tiene un nivel de agua inferior al nivel del impulsor (suction lift). Disponibles con motor eléctrico y diésel.(Incendios, 2018)



Figura 2.11. Bomba de succión Vertical
(Thefuturebuild, 2018)

En el Ecuador existen distribuidores de bombas centrífugas así como también del grupo entero de bombas para sistemas de supresión de incendios, la elección del tamaño de la bomba y de su capacidad depende estrictamente del caudal que se quiere manejar, en el caso de un sistema contra incendio, el lugar al que se va a proteger es de total importancia al momento de elegir el grupo de bombas debido que no es lo mismo proteger contra un incendio a una hidroeléctrica que a un edificio, ambos establecimientos tienen diferente infraestructura tanto como diseño y dimensiones.

**Tabla 2-1. Marcas y Proveedores de Sistemas Contra Incendios en Ecuador
(Autor)**

PROVEEDORES	MARCAS	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	DIRECCIÓN WEB
LA LLAVE	PATTERSON	cumplen todos los códigos aplicables y certificaciones mundiales: NFPA, VdS, LPCB, CNBOP y CE	http://www.pattersonpumps.com/index.html
DINATEK	HYDROTEK	Cumplen con la norma NFPA 20 UL/FM, ISO e INEN	http://dinatek.ec/producto/grupos-contra-incendio-diesel/
MAQUINARIAS HENRIQUEZ C.A	FAIRBANKS NIJHUIS ENSAMBLADO POR MHCA	cumplen todos los códigos aplicables y certificaciones mundiales: NFPA, VdS, LPCB, CNBOP y CE	http://www.fairbanksnijhuis.com/

**Tabla 2-2. Otras Marcas más Utilizadas en el Ecuador
(Autor)**

MARCA	CARACTERÍSTICA
ARMSTRONG	cumplen todos los códigos aplicables y certificaciones mundiales: NFPA, Vds., LPCB, CNBOP y CE
ITT GOULD PUMPS	cumplen todos los códigos aplicables y certificaciones mundiales: NFPA, VdS, LPCB, CNBOP y CE
A-C FIRE PUMP	cumplen todos los códigos aplicables y certificaciones mundiales: NFPA, Vds., LPCB, CNBOP y CE

Fallas Más Comunes en Bombas Centrífugas

La bomba no desarrolla ningún tipo de presión y tampoco genera flujo las principales causas podrían ser las siguientes:

- La bomba no fue cebada antes de ponerla en funcionamiento.
- El eje puede estar roto o totalmente quebrado.
- No existe transmisión de torque del acople al eje, esto debido a que puede estar mal ajustado.

Cuando la bomba genera alguna presión pero a su vez no bombea líquido las principales fallas o motivos de su mal funcionamiento son:

- Existencia de vapor en la bomba o en las tuberías.
- Obstrucción en la línea de succión debido a la presencia de basura o algún tipo de material que no permite que el líquido sea succionado con facilidad.
- Filtros totalmente tapados.
- Válvulas unidireccionales averiadas o mal cerradas.
- Tubería aplastada (revisar toda la línea de tubería desde la succión hasta la bomba).
- El motor tiene su velocidad muy baja.
- La presión que requiere el sistema es más de lo que puede entregar la bomba.
- Diámetro del impulsor de la bomba muy pequeño debido a su mala selección.

En el instante cuando la bomba centrífuga tiene menos flujo que lo esperado por el usuario se debe a:

- La bomba no fue cebada correctamente antes de iniciar su funcionamiento.
- Bajas revoluciones por minuto (rpm) del motor.
- La dirección de rotación del motor se encuentra al revés.
- La presión requerida por el usuario es menor a la que la bomba centrífuga puede entregar.

- Mala instalación de los instrumentos de medición
- La Empaquetadura se encuentra floja, desgastada o mal instalada, provocando pérdida del líquido.
- Voluta en mal estado
- El diámetro del impulsor es menor por un maquinado erróneo.
- El impulsor se encuentra mal instalado en el interior de la voluta.
- Avería en la válvula de pie debido o atascada por impurezas.
- Nivel del tanque de reserva muy por debajo de lo establecido.

Si la bomba empieza a consumir mucha potencia al momento de su funcionamiento, las causas podrían ser por:

- La velocidad del motor es muy alta.
- Ha aumentado la viscosidad del líquido a bombear.
- La densidad del líquido aumentó con respecto con la que se eligió el motor impulsor.
- Existe desalineamiento entre eje del motor y el eje de la bomba.
- Existencia de rozamiento entre partes móviles y partes fijas.
- Mal estado de rodamientos.
- El sello mecánico se encuentra demasiado apretado.
- Exceso de lubricante en los rodamientos.
- El eje se encuentra retorcido.
- La voluta e impulsor se encuentran atascados dificultando la libre rotación.
- El impulsor se encuentra instalado al revés

La bomba trabaja bien en sus inicios pero al pasar los minutos su desempeño se deteriora, es probable que sea por los siguientes motivos:

- Existe la entrada de aire en la bomba
- Existencia de grandes cantidades de aire en el líquido a bombear.
- El mal diseño en el tanque de reserva hará que el fluido contenga aire

Cuando se hace presente vibración al momento en que la bomba esté funcionando es probable que sea por los siguientes diferentes casos:

- Mal estado de los rodamientos
- Desalineamiento entre el eje del motor y el eje de la bomba.
- Presencia de aire en la entrada de la bomba.
- Brida de succión de la bomba desalineada a la tubería de succión.
- Válvulas y demás elementos flojos.
- Presencia de cavitación.
- Desgaste de aletas de impulsor.
- Diámetro de la tubería de succión o descarga menor a lo recomendado
- Desbalanceo en elementos rotatorios
- Tubería de succión y descarga obstruida

El tiempo de duración de los rodamientos es muy corto esto debido a:

- Impulsores dañados
- Material solido o fibroso obstruyendo a los impulsores
- Desbalanceo en elementos rotatorios
- Cargas axiales excesivas
- Desalineamiento entre ejes, tanto de la bomba como la del motor impulsor
- Fisura en la caja de rodamientos
- Mala instalación de rodamientos
- Contaminación del lubricante de rodamientos por la presencia de humedad
- Grasa excesiva en los rodamientos.

Motor eléctrico.

Los motores más usados para las instalaciones de bombas centrífugas son motores de corriente alterna jaula de ardilla debido al costo de la electricidad y facilidad de transporte. Este convierte energía eléctrica en energía mecánica en su eje de giro el cual esta acoplado al eje de la bomba centrífuga. La elección de un motor eléctrico trifásico para un sistema de protección contra incendios depende de la cantidad de fluido que se quiera manejar o impulsar por la bomba centrífuga, en el Ecuador los distribuidores principales y marcas más utilizadas de motores son los mismos que constan en la tabla 2-1 y tabla 2-2, puesto que al momento de ser adquiridas las bombas estas ya constan con su respectivo motor eléctrico o motor diésel.

Los motores eléctricos que son usados en un sistema contra incendios deberán ser certificados por UL/FM (compañía internacional de seguridad y certificación de productos) y cumplirán los requisitos de la NFPA 20 Capítulo 6, entre ellos que el motor tenga Pintura especial la cual protege de la corrosión, para motores de 10 HP o más será necesario utilizar un arranque estrella triángulo y además que sean a prueba de humedad.



Figura 2.12. Motor Eléctrico Acoplado a una Bomba Centrífuga.
(Electrofluidos.com.co, 2018)

Fallas más Comunes en un Motor Eléctrico

Cuando el motor durante su funcionamiento hace ruido, probablemente las causas sean las siguientes:

- Rodamientos de empuje totalmente desgastados
- Ruido eléctrico prolongado
- Carga eléctrica desbalanceada
- Existe rozamiento entre el estator y rotor
- Rodamientos ruidosos

Si el motor empieza a sobrecalentarse posiblemente las causas más probables sean:

- Sobrecarga en el eje
- Descompensación de tensión
- Bobinas abiertas en el estator
- Sobre y baja tensión
- Conexiones mal hechas
- Entrada del aire de ventilación parcialmente obstruida
- Bobinas del estator en cortocircuito
- Rodamientos muy apretados
- Red de alimentación en desequilibrio

IMPORTANTE. Para verificar la temperatura es necesaria la utilización de un termopar o por el método de resistencia, debido a que no es confiable guiarse por el tacto.

La posibilidad de que los rodamientos se recalienten son muy altas, generalmente la temperatura de estos no debe sobrepasar los 90°C si el lubricante es de base mineral y 120°C cuando son sintéticos, cuando sobrepasan estas temperaturas existe la posibilidad que se por:

- Bajo o alto nivel de aceite
- Desalineamiento entre ejes de la bomba y motor
- Rodamientos con exceso de grasa
- Sobrecarga en el eje
- Entrada del aire de ventilación parcialmente obstruida o totalmente tapada
- Eje del motor torcido

Cuando el motor no arranca hay varias posibilidades que sean responsables de esto:

- No existe tensión en la red principal o secundaria de alimentación
- El motor se encuentra funcionando con solo una fase de las tres posibles
- Cojinetes o rodamientos rígidos
- Conexiones mal hechas o flojas
- Protecciones térmicas o guardamotor disparados

En algunos casos los motores eléctricos que forman parte de un sistema contra incendios no son específicamente aprobados o certificados. Pero deben ser fabricados por empresas de total confianza de acuerdo a CEMA o NEMA (National Electrical Manufacturers Association).

Motor a diésel.

El motor a diésel a lo largo de los años ha demostrado ser mucho mejor en confiabilidad que un motor a gasolina para un sistema contra incendios, es por eso que según la NFPA 20 Capítulo 8, no deberá usarse bajo ningún motivo un motor a diésel de ignición por chispa.

El arranque de un motor de combustión interna de un sistema contra incendios normalmente se lo realiza eléctricamente por medio de dos baterías, las mismas dan el encendido del motor, mediante la combustión que ocurre en sus cilindros genera movimiento en el cigüeñal transmitiendo movimiento al eje el mismo que esta acoplado a la bomba centrífuga. Las baterías deberán estar situadas sobre un estante sin tener contacto con el piso para evitar vibraciones, inundaciones o excesiva temperatura.

Para que un motor de combustión interna pueda funcionar en un sistema contra incendios, es necesario seguir las especificaciones tanto de la NFPA 20 como de ANPRESI 001 2013 Capítulo 1.4, la cual manifiesta lo siguiente:

- El motor debe ser de encendido por compresión
- Los motores de combustión interna deben ser enfriados por agua.
- El agua de enfriamiento también se debe usar para mantener precalentado el motor a una temperatura en la que las tolerancias entre todas sus partes sean las adecuadas para la correcta lubricación y funcionamiento.
- Para mantener precalentado el motor, en el sistema de recirculación de agua para enfriamiento debe haber un calentador eléctrico.
- Para el enfriamiento del motor puede utilizarse un radiador, lo que implica que el lugar donde esté instalado el motor se encuentre suficientemente ventilado



Figura 2.13. Motor Impulsor Diésel.
(J.D, 2017)

Fallas más Comunes en un Motor de Combustión Interna a Diésel

Si el motor no arranca cuando sea necesario es posible que sea por los siguientes casos:

- Tanque de combustible vacío
- Conexiones obstruidas en el tanque de combustible
- Línea de succión del combustible torcida o aplastada obstruyendo el paso del diésel
- Bomba de transferencia de combustible averiada
- Motor desincronizado
- Batería desgastada o en mal estado
- Terminales de la batería sucios
- Inyectores sucios u obstruidos

Cuando el motor empieza a fallar después de encendido las posibles causas son:

- Boquilla de los inyectores defectuosa
- Bomba de combustible averiada

- Válvulas con incorrecta calibración
- Inyección de combustible sincronizada de forma incorrecta
- Suministro de combustible con baja presión
- Fuga en la línea de combustible
- Presencia de aire en el sistema de combustible

En el momento que el motor para a velocidades bajas y tiene una velocidad errática después de unos minutos de trabajo, las causas posibles de esta falla serán:

- Boquilla de combustible averiada
- Cargas parásitas extremadamente altas
- Bomba de inyección de combustible averiada
- El suministro de combustible se encuentra con presión baja
- Baja calidad de combustible
- Fugas en el sistema de inducción de aire
- Inyectores atascados
- Conducto de gases de escape tapado
- Baja temperatura del motor

Si el motor a diésel después de encendido empieza con vibraciones excesivas, es probable que sean por las siguientes causas

- Bandas de transmisión flojas
- Acoplamiento flojo o desbalanceado
- Paletas del ventilador desequilibradas
- Eje de cigüeñal descompensado
- Desgaste excesivo de la cadena de distribución
- Soportes del motor sueltos
- Junta de la culata en muy mal estado

2.1.3. Componentes y Funcionamiento Eléctrico.

En un sistema de protección contra incendios es muy importante la inclusión de tableros de control para cada una de las bombas, tanto para las principales (eléctrica y combustión interna) como para la jockey, debido a que serán comandadas desde su respectivo panel para realizar pruebas o revisiones ocasionales.

Todos los circuitos de alimentación que suministran energía a todas las bombas deben ser dedicados únicamente para este uso y protegidos contra altas temperaturas provocadas por un incendio, fallas estructurales, accidentes operacionales, comúnmente en este tipo de instalaciones el cableado a usarse es resistente al fuego.

Todos los paneles de control estarán ubicados en la casa de bombas próximas a cada bomba respectivamente, todos los paneles están interconectados con el panel de alarma contra incendio el cual puede ser convencional ó Direccionable teniendo la misma finalidad de recibir la señal de detección por parte de detectores automáticos o manuales y dar notificación por medio de sirenas, alarmas, enviando una señal al panel de control eléctrico para que la bomba arranque en caso de producirse un incendio.

Panel de Control para Bomba Eléctrica

Protege al motor eléctrico contra sobrecargas, desde este panel podemos controlar el funcionamiento de la bomba en modo manual, automático, fuera de servicio (off), mediante un selector ubicado en el frente del tablero.

Al seleccionar modo manual (M) la motobomba funciona sin importar si la red hidráulica se encuentra presurizada o no.

Cuando el selector se encuentra en posición de automático (A) la bomba funciona únicamente cuando el tablero recibe la señal de baja presión en la red principal.

En la posición fuera de trabajo (F) el tablero desconecta las funciones de arranque automático y manual.

El panel de control consta principalmente de:



Figura 2.14. Tablero de Control Para un Motor Eléctrico.
(Autor)

Selector

Permite realizar maniobras en el funcionamiento del motor eléctrico, en modo manual, automático o fuera, en cada uno de los casos el selector es el que permite elegir cuál de los tres modos se querrá activar, solamente se podrá seleccionar uno no dos ni los tres a la vez.

Luces Piloto

Estos elementos permiten visualizar que tipo de novedad presenta el motor, en algunos casos el número de luces piloto son mayores a dos, esto debido que dependerá el diseño del tablero o que elementos se quieran monitorear como por ejemplo pérdida de potencia, cuando el motor este en marcha o en reposo y cuando el motor sea activado manualmente o automáticamente, estas luces piloto estarán claramente etiquetadas, con su encendido ayuda a identificar qué clase de novedad o actividad se presenta.

Tablero de Mando para el Motor de Combustión Interna

Es muy importante y consta de más elementos, puesto que el motor de combustión interna necesita monitoreo de sus principales sistemas para un trabajo óptimo en caso de un incendio, puesto que es quien tendrá que funcionar en el caso de que la bomba principal no arranque por desperfectos o haya pérdida de suministro de energía eléctrica, en la parte frontal de su carcasa consta todos los indicadores del estado del motor y su batería o bancos de batería.

Este tablero de mando es visible en un lugar próximo al motor para realizar cualquier tipo de control en sus sistemas de refrigeración, lubricación o en las baterías de arranque.



Figura 2.15. Tablero de Control de Motor de Combustión Interna.
(Autor)

Indicador de Cargador de Batería

Indica que la batería o baterías se mantienen cargadas, para el motor a diésel se tiene dos baterías de encendido que son monitoreadas por estos indicadores tipo aguja que indican el voltaje y corriente con el que se encuentra cargándose cada batería.



Figura 2.16. Indicador de Cargador de Batería.
(Autor)

Indicador de Presión de Aceite

Este indica la presión interna del aceite que lubrica las partes internas del motor, la presión se medirá en psi.



Figura 2.17. Indicador de Presión de Aceite.
(Autor)

Indicador de Temperatura de Agua en el Sistema de Refrigeración

Indica la temperatura a la que se encuentra el agua en el sistema, es de suma importancia debido a que el motor tendrá un funcionamiento óptimo si el agua se mantiene en circulación por el sistema de refrigeración a una temperatura adecuada.



Figura 2.18. Indicador de temperatura.
(Autor)

Horómetro

Este elemento indica las horas de operación que tiene el motor de combustión.



Figura 2.19. Horómetro.
(Ferracor, 2017)

Tacómetro

Mide las revoluciones por minuto (RPM) que alcanza la bomba en su eje acoplado al sistema de transmisión del motor.



Figura 2.20. Tacómetro.
(Autor)

Luces Piloto

Estas permiten visualizar mediante su encendido el trabajo, fallas que se presentan durante el funcionamiento del motor de combustión.



Figura 2.21. Luces piloto.
(Autor)

Tablero de Encendido para la Bomba de Combustión Interna.

El motor a diésel a su vez cuenta con este tablero desde donde se puede realizar maniobras tales como, mediante un selector o pulsadores elegir si la bomba funcionará en modo manual, automático o esté fuera de servicio, además tendrá un display que indica la actividad que está desempeñando el motor como también las fallas, Al igual que el panel de control de la bomba de motor eléctrico este también tendrá luces piloto que permitirán visualizar el tipo de trabajo el cual está desempeñando la bomba.



Figura 2.22. Tablero de Encendido y Control.
(Autor)

Panel de Control para Bomba Jockey

Tiene su cuadro de control eléctrico cerca de sí misma para poder cambiar su modo de funcionamiento, automático o manual al igual que los cuadros de control de bomba eléctrica y de la bomba de motor de combustión, tendrán luces piloto que permitirá visualizar cuando esté en funcionamiento o no la bomba jockey.



Figura 2.23. Cuadro de Control Eléctrico Bomba Jockey.
(Autor)

Panel de Alarma Contra Incendio

Su función es recibir la señal de los detectores o sensores cuando hay la presencia de un incendio y dar aviso mediante sistemas de notificación sonora o luminosa, pueden ser de dos tipos, convencional o direccional. Los primeros detectan la posibilidad de un incendio dividiendo la infraestructura monitoreada en zonas, el segundo sistema direccional es más exacto debido a que se sabrá cuál fue el dispositivo que detectó la alerta.

Este panel será instalado cerca de los demás tableros de control para saber con exactitud cuál es la alerta en la edificación y en qué lugar se está dando.



Figura 2.24. Panel de Alarma Contra Incendios.
(Autor)

CAPÍTULO III

3.1. ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1.1. Manual de Mantenimiento

Mantenimiento preventivo.- es de suma importancia debido a que se realiza inspecciones periódicas diarias, semanales, mensuales sobre los elementos de un sistema de bombeo, teniendo en cuenta que todas las partes se desgastarán de forma desigual y es necesaria inspeccionarlas para asegurar su buen funcionamiento, las inspecciones lo podrán realizar personas especializadas en el tema de mantenimiento de bombas o personas sin conocimiento alguno.

Para realizar la inspección o revisión correspondiente en los elementos del sistema de bombeo es necesario mover los selectores de operación general ubicados en los tableros de control de cada bomba en modo fuera de operación para evitar que el grupo de bombas entre en funcionamiento durante la inspección o revisión.

Elementos que se Regirán a Inspecciones Semanales

Equipo de Motor Diésel

- Según la NFPA 25-2011: Norma para la prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios a base de agua, las bombas centrífugas impulsadas por un motor diésel se deben operar semanalmente sin flujo, esta prueba debe conducirse iniciando la bomba automáticamente.
- La bomba debe funcionar durante 30 minutos, para esta prueba debe estar presente personal calificado en mantenimiento de sistemas de protección contra incendios, en el transcurso de la prueba se realiza los ajustes pertinentes, se detecta las fugas de agua, se ajusta los sellos de empaquetadura flojos, se detecta ruido o vibración inusual, se detecta

sobrecalentamiento y se verificar la lectura correcta en manómetros, tanto en la succión como en la descarga, también se revisa el tiempo que toma el motor para arrancar, el tiempo que le toma alcanzar la velocidad total y por ultimo revisar el flujo de agua de enfriamiento.

- Verificar el nivel del tanque de combustible, si tiene un nivel menor a $\frac{3}{4}$ de su totalidad, llenar con diésel. Este proceso se lo puede realizar por medio de una bomba manual o eléctrica. Al finalizar la carga de diésel verificar que la tapa de carga se encuentre perfectamente cerrada, para evitar la entrada de humedad y suciedad. Cuando sea necesario purgar el diésel se abre la llave de purga y descargar el líquido en un recipiente de vidrio, ahí se aprecia cómo se manifiesta el agua y la suciedad en el diésel.
- La inspección a la válvula solenoide se lo debe realizar semanalmente junto con la prueba de operación sin flujo.
- Revisar que no exista presencia de agua en el tanque de combustible o en el equipo de bombeo, si existe presencia de agua se realiza la limpieza correspondiente con una franela seca.
- Revisar que el nivel de aceite en el sistema de lubricación este correcto, para ello sacar la varilla del nivel de aceite con el motor apagado o en frio, limpiarla e introducirla nuevamente, se la volverá a sacar y se verifica si el aceite está limpio o sucio, en el segundo caso se lo debe remplazar, esto lo realiza el personal correspondiente o debidamente capacitado.
- Inspeccionar si el calentador de aceite esta lubricado, caso contrario quitar impurezas presentes y lubricarlo.
- Se inspecciona que el indicador de temperatura del sistema de lubricación esté en un nivel adecuado de trabajo para que no afecte al funcionamiento del motor, esto se visualizará en las agujas del indicador cuando este no se encuentre en el nivel más alto de temperatura.
- Revisar el nivel de agua en el radiador del motor. Para ello abrir la tapa con el motor en frio y si se encuentra en un nivel bajo, se deberá completar con una mezcla de 50% agua y 50% de anticongelante.

- La bomba de agua del sistema de enfriamiento debe ser inspeccionada visualmente para detectar fugas de agua y corrosión causadas por la misma en el equipo.
- Las mangueras y las conexiones flexibles del motor diésel serán inspeccionados visualmente, para detectar desgaste o rupturas que ocasionen fugas de líquidos, en caso de detectar algún defecto antes mencionado notificar al personal capacitado para que realice el cambio de los elementos dañados o desgastados.
- Se revisará si hay filtraciones en el escape de gases del motor diésel, para evitar vibraciones o daños medio ambientales.
- Revisar la purga del condensador y vaciarla para evitar la acumulación de humedad interna del motor.
- El nivel de electrolitos en las baterías debe estar aproximadamente una pulgada arriba de las placas de la batería, en caso de ser necesario rellenar el vaso de la batería con agua destilada hasta cubrir una pulgada arriba de las placas de la batería.

Otros

- La caseta de bombas será inspeccionada para asegurarse que la temperatura no sea menor a 21°C (70°F), en el caso que se use bombas diésel sin calentador de maquina las rejillas de ventilación deben estar libres para operación.

Importante. En caso de detectar problemas graves, como fugas, elementos del motor roto o desgastado, se recomienda llamar a un técnico especializado en mantenimiento electromecánico.

Elementos que se Regirán a Inspecciones Mensuales.

Bomba de Motor Eléctrico

- Se realiza las pruebas sin flujo de agua, el arranque de la bomba se lo hace automáticamente, deberá funcionar por 10 minutos con presencia de un técnico especializado en mantenimiento el cual hace las interpretaciones de los registros obtenidos después de la prueba, en el transcurso de la prueba se hace los ajustes e inspecciones correspondientes, se observa el tiempo que toma el motor para acelerar a su velocidad total, si tarda más tiempo de lo establecido por los fabricantes es debido a que existe un problema en la alimentación eléctrica del motor, la cual no deja que este desarrolle a plenitud, si el sistema tiene paro automático se registrará el tiempo que funciona después de arrancar.

Equipo de Motor Diésel

- La extensión de la caja de baterías será revisado, debe encontrarse limpio y seco sin rastros de agua o algún otro líquido, en caso que haya presencia de líquidos secar y quitar impurezas por medio de una franela de material absorbente.
- El estado de carga de las baterías se revisa con un multímetro, poniendo sus terminales en los bornes de la batería, se comprobará que cada una tenga 12 voltios y entre las dos 24 voltios.
- El cargador de batería se revisa para verificar que proporcione la corriente indicada por el fabricante, se verificará el voltaje de alimentación del cargador y el estado del fusible.
- Se revisa que la carga de las baterías se encuentren equilibradas mediante un multímetro, se deberá constatar que cada batería tenga el mismo potencial.

Sistema Eléctrico

- Se acciona los interruptores y cortacircuitos en los tableros de control de cada una de las bombas, detectando así si tienen algún tipo de problema de movimiento o están trabados.

Nota: cualquier problema se lo reportará al técnico especializado para que realice los cambios o ajustes pertinentes.

Elementos que se Regirán a Inspecciones Trimestrales

Equipo de Motor Diésel

- La limpieza tanto del filtro de combustible como el de agua debe inspeccionarlo un técnico especializado en mantenimiento, por motivo que se tiene que desmontar cada filtro de su respectivo sistema y existe derrame tanto de agua como de combustible.
- En el tubo de ventilación del depósito de aceite (Carter) se realiza una limpieza superficial y se inspecciona que no haya daño alguno sobre este, caso contrario se realiza su cambio pertinente.
- Se inspecciona que el sistema de escape se encuentre totalmente aislado y sin riesgo de ocasionar un incendio.
- Los terminales de las baterías deben estar limpios, es importante al momento de su revisión limpiar sus postes o bornes si se encuentran con sulfatación, para limpiar las terminales y bornes es necesario usar una solución salina sumergiendo las terminales en ella y limpiar con una franela o guaipe, en el caso de los bornes usar un cepillo de plástico y proceder a limpiar.

Sistema Eléctrico

- Se inspecciona visualmente los cables que estén sujetos a movimiento, debido a que puede producirse desgaste por rozamiento.

Importante: cualquier actividad antes mencionada deberá ser realizada con los equipos totalmente apagados y con en E.P.P (equipos de protección personal) como son casco, guantes de protección, gafas y botas de seguridad, las actividades que involucren manipulación directa con elementos de un sistema, cambiar elementos desgastados obligatoriamente lo deberá realizar personal calificado y especializado en mantenimiento.

Elementos que se Regirán a Inspecciones Semestrales

Sistema Eléctrico

- Los medios manuales de arranque como son selectores, pulsadores, interruptores se los acciona para verificar que no estén en mal estado deteriorados o trabados.
- Las cajas, paneles, gabinetes, se inspeccionará para cerciorarse que no exista suciedad o presencia de humedad que pueda afectar el funcionamiento de los elementos eléctricos. La limpieza se realiza con una franela húmeda, el cual removerá cualquier tipo de polvo o suciedad presente.

Equipo de Motor Diésel

- Se inspecciona la sección flexible del sistema de escape, que no exista filtraciones o desgaste alguno que permita el mal funcionamiento del mismo.
- El nivel del anticongelante en el sistema de refrigeración será revisado detalladamente, abriendo el bote que contiene el líquido con el motor apagado y en frio, observando que el nivel esté entre los niveles bajo y alto, si este se encuentra en un nivel más bajo se procede a incluir más agua,

pero si se tiene más de $\frac{1}{4}$ abajo se tendrá que agregar más anticongelante hasta llegar a la mitad de los niveles mostrados en el bote.

Elementos que se Regirán a Inspecciones Anuales

Pruebas de Flujo Anual

Las pruebas de flujo anual permiten verificar si las condiciones operativas de algunos componentes se encuentran dentro de los márgenes apropiados de funcionamiento.

- Se debe hacer una prueba anual de cada equipo de bomba a flujo máximo, nominal y mínimo de la bomba de incendio, controlando la cantidad de agua descargada por medio de dispositivos aprobados y con el personal técnico especializado. Antes de la prueba, debe verificarse que las válvulas instaladas en la tubería de succión de la bomba que se pretende probar, se encuentren totalmente abiertas, en tanto que el manómetro instalado en la tubería de descarga, debe calibrarse para garantizar una lectura correcta. Si existiese novedad alguna en la prueba anual el personal técnico capacitado interpretará los resultados obtenidos para decidir si es necesaria la reparación o sustitución de algún componente.

Equipo de Motor Diésel

- El cambio de aceite del motor se lo realiza anualmente o cada 50 horas de funcionamiento del motor diésel en conjunto con el filtro de aceite, con el motor apagado y precalentado para que el aceite fluya de mejor manera limpiando las impurezas interiores, esta actividad lo realiza el personal calificado para este tipo de actividades.
- En el tanque de combustible y tuberías de alimentación se inspecciona que no haya presencia de orificios por los cuales se derrame combustible, si existiese algún desperfecto se notificará al personal técnico especializado.

- Limpiar el tanque de combustible si sobre este existe elementos extraños o presencia de agua que puedan causar daños a largo plazo, se retira las materias extrañas con un trapo y se secará la superficie.
- Limpiar internamente el intercambiador de calor (radiador), esto lo realiza personal calificado en mantenimiento, puesto que las actividades relacionadas a este tema involucran drenar el agua y el anticongelante de todo el sistema de enfriamiento, la limpieza exterior del radiador se lo realiza con un cepillo de nylon con movimientos en dirección de las rejillas para evitar daños, puesto que el material del que se encuentran hechos es muy frágil. Si se detecta alguna deformación o agrietamientos se procederá a cambiarlo.
- Las terminales se deben limpiar anualmente para evitar la sulfatación o a su vez eliminarla, para limpiar las terminales se usa un cepillo de plástico con solución salina y un trapo.

Sistema Eléctrico

- Se cambia de lubricante a los cojinetes del motor eléctrico anualmente, se tomará en cuenta en qué ambiente opera el sistema de bombeo, puesto que el clima es un factor que afecta directamente a la viscosidad del lubricante, a bajas temperaturas este se solidifica y en altas temperaturas se vuelve menos denso. Existen dos tipos de aceites, monogrado y multigrado.
 - a.- Monogrado._ este ofrece una sola viscosidad durante todo un año, solidificándose ante bajas temperaturas y disminuyendo su densidad ante altas temperaturas, afectando así el arranque del motor.
 - b.- Multigrado._ su viscosidad se adapta a las condiciones climáticas presentes durante todo un año, su forma de representación es SAE 15W40, lo cual indica una viscosidad de 15° a bajas temperaturas y 40° a altas temperaturas.

- Las conexiones de cables en los tableros de control se deben ajustar e inspeccionar que no existan cables flojos o sueltos.
- En los tableros de control se revisa que no haya presencia de corrosión dentro y fuera, si lo hay se procederá a limpiar con una franela o a su vez con un cepillo de acero hasta quitarla completamente, posterior a esto se aplica un anticorrosivo en las superficies afectadas y los tableros serán pintados.
- Inspeccionar las cintas aislantes de los cables si no se encuentran agrietados o en malas condiciones, caso contrario se reemplaza con aislamientos nuevos con el equipo de seguridad, el cual consta de guantes protectores botas de acero y gafas de seguridad.
- Se constata que no haya presencia de agua ni filtraciones en las partes eléctricas de los tableros de control, si las hay limpiarlas con una franela seca y notificar al personal técnico capacitado.
- Con referencia al sistema eléctrico se revisa que todas las conexiones eléctricas en general se encuentren ajustadas correctamente para evitar cables sueltos.
- Calibrar la graduación de los presostatos, con los equipos previamente apagados para evitar una falsa alerta de incendio, para esto se levanta la tapa protectora y se ajusta o afloja los tornillos de ajuste diferencial a la presión deseada.

Equipo de Bombas

- Los cojinetes serán lubricados cada año. Para elegir un lubricante se tendrá en cuenta el ambiente en que opera las bombas, temperatura, si están expuestas al medio ambiente, humedad, puesto que el clima es un factor que afecta directamente a la viscosidad del lubricante, a bajas temperaturas este se solidifica y en altas temperaturas se vuelve menos denso. Existen dos tipos de aceites, monogrado y multigrado.

a.- Monogrado._ este ofrece una sola viscosidad durante todo un año, solidificándose ante bajas temperaturas y disminuyendo su densidad ante altas temperaturas, afectando así el arranque del motor.

b.- Multigrado._ su viscosidad se adapta a las condiciones climáticas presentes durante todo un año, su forma de representación es SAE 15W40, lo cual indica una viscosidad de 15° a bajas temperaturas y 40° a altas temperaturas.

- Se inspecciona la alineación de acoples del sistema de bombeo, debido a que si no está alineado correctamente tendrá altas vibraciones y esfuerzo en el eje de transmisión.
- Los indicadores de presión (manómetros) y detectores serán calibrados cuando se presenten 5% de error, como también llenar de glicerina su interior si llegara a faltar.
- Cuando el tipo de succión es de tipo negativo se debe limpiar los filtros de succión de foso húmedo inmediatamente después de realizar la prueba de flujo o a su vez reemplazarlo si tiene algún desperfecto o daño causado por la falta de mantenimiento.
- Los acoples entre motor de combustión o motor eléctrico con el eje de la bomba serán cambiados de lubricante necesariamente cada año. Para evitar esfuerzos mecánicos y recalentamiento por fricción.

Importante: Para verificar que el mantenimiento se realizó correctamente en cada uno de los elementos mencionados en el manual, se incluye en el anexo 4 un formato de control o check list, el cual está previamente ordenado según el tiempo en que se realiza el mantenimiento respectivo en cada elemento del sistema de bombeo

Mantenimiento Predictivo.

Se ejecuta a equipos y máquinas por medio del monitoreo o seguimiento a través de instrumentos de inspección visuales, para detectar su confiabilidad operativa, antes de producirse una falla, este tipo de mantenimiento no es invasivo se lo realiza incluso con los equipos en funcionamiento, se lo realiza de forma constante sin estipular un cierto tiempo de revisión para evitar daños a futuro, las técnicas de mantenimiento predictivo las realizan personal técnico especializado, el cual después de terminar el mantenimiento interpreta los datos obtenidos y ayuda a tomar las decisiones pertinentes según el caso o problema detectado, las principales técnicas se detallará a continuación.

Análisis de Vibraciones

Estudia el funcionamiento de las máquinas rotativas por medio del comportamiento de sus vibraciones, para que este método brinde resultados exitosos y válidos, el personal técnico especializado debe conocer los datos exactos del equipo a revisar como son , velocidad de giro, tipo de cojinetes, correas, numero de alabes etc. Para realizar este método se utiliza el analizador de vibraciones, el cual sus terminales se pondrán en la máquina para obtener las mediciones, que se muestran en el display o pantalla del analizador, las vibraciones se analizan midiendo su amplitud, este método es uno de los más claros al analizar una máquina, bajos niveles de vibraciones indican buen estado, cuando estos niveles se elevan es claro que algo está mal. Los problemas que se pueden detectar por medio de este método son, desbalance, resonancia, rodamientos dañados, problemas de bandas.



Figura 3.1. Analizador de Vibraciones
(Olarte C., Botero A., Cañón A., S.F)

Termografía

Las inspecciones térmicas permiten localizar rápidamente puntos calientes en las bombas, debido a que la termografía mide la radiación infrarroja a distancia de la superficie e infiere la temperatura sin necesidad de contacto, su función ayuda a determinar la gravedad del problema y calcular el tiempo en que se debe reparar el equipo, una de las múltiples ventajas de la termografía es la capacidad para llevar a cabo inspecciones mientras los sistemas eléctricos están en carga, al tratarse de un método de inspección sin contacto el termógrafo puede inspeccionar rápidamente un componente concreto de un equipo a una distancia de seguridad, abandonar la zona de riesgo, analizar los datos sin exponerse a ningún peligro.

Gracias a las imágenes térmicas que se obtiene, se puede analizar los cambios de temperatura. Un incremento de la variable, por lo general representa una anomalía de carácter electromecánico en ciertos elementos de la máquina.

Las cámaras termográficas se utilizan en las áreas de, instalaciones eléctricas, equipamientos mecánicos, estructuras refractarias.



Figura 3.2. Cámara Termográfica
(Olarte C., Botero A., Cañón A., S.F)

Análisis por Ultrasonido

Se basa en las propiedades de propagación, reflexión y refracción de vibraciones mecánicas de frecuencias, este rango de frecuencias está muy por encima de lo audible, por esta razón son denominadas ondas ultrasónicas, conociendo la velocidad de propagación en el material ensayado es posible evaluar su espesor midiendo tiempo de recorrido, como también evaluar las discontinuidades del material en que se propaga esta onda, lo que permite la evaluación y detección de las mismas.

Los instrumentos que son encargados de transformar las ondas de ultrasonido a ondas audibles son medidores de ultra sonido o detectores ultrasónicos, gracias a estos instrumentos las señales ultrasónicas transformadas se pueden observar en una pantalla como también ser escuchadas por audífonos, este método será útil para, detectar fricción en máquinas rotativas, detectar fallas en válvulas, detectar fugas de fluidos, detectar perdidas de vacío, detectar arco eléctrico.



Figura 3.3. Medidor de Ultrasonidos
(Preditec S.A. 2017)

Análisis de Lubricante

Es una técnica de diagnóstico que se utiliza para conocer el estado de una máquina, incluso para conocer el estado en que se encuentra el aceite lubricante. Ayuda a cuantificar que tan contaminado o degradado se encuentra el lubricante mediante una serie de pruebas que se realiza en laboratorios especializados, los cuales evalúan una muestra tomada de una máquina cuando está operando o cuando está sin funcionamiento, al realizar las debidas pruebas se determina si el aceite perdió la capacidad de lubricar producido por la alteración en sus aditivos y propiedades.



Figura 3.4. Análisis de Aceite.
(Lublearn, 2016)

En el Anexo 5 se adjunta una hoja de control en la cual se detalla los elementos sujetos a realizarse mantenimiento predictivo así como también la técnica adecuada que se debe usar para la inspección.

3.1.2. Análisis

El manual propuesto en este capítulo es de fundamental apoyo para realizar revisiones en las bombas impulsoras de un sistema de protección contra incendios, teniendo como base principal la normativa NFPA 25-2011 : Norma para la prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios a base de agua, la misma que manifiesta que se debe realizar inspecciones:

- Diarias
- Semanales
- Mensuales
- Trimestrales
- Semestrales
- Anuales

En estas se incluye una explicación breve sobre cuál es el tipo de mantenimiento que se realiza en cada elemento así como también el procedimiento a seguir en caso de presentarse inconveniente alguno, tal como es el cambio de aceite, cambio de electrolitos en las baterías, nivel de agua en el radiador, etc. Las actividades que pueden ser realizadas por una persona sin conocimiento de mantenimiento están definidas así como también las que deben ser realizadas por personal técnico capacitado en mantenimiento, el seguimiento de las inspecciones se las registrará en las hojas de control, las cuales son de total apoyo para identificar el elemento el cual faltase en realizar su inspección respectiva así como también planificar la próxima revisión según el tiempo ya establecido tanto para las actividades de mantenimiento preventivo como las de mantenimiento predictivo.

Según las estadísticas, actualmente en nuestro medio el funcionamiento óptimo de un sistema de supresión de incendios está limitado, debido a un mal funcionamiento o falla en alguna parte de la red principal, como en rociadores tuberías y válvulas, desencadenando al momento de un incendio que estos no sean suprimidos , dejando como resultado pérdidas materiales y humanas, sin tener en cuenta que debido a que el sistema operó sin éxito se tendrá que costear la realización de un mantenimiento correctivo obligado.

Estadísticamente de un 100% de rociadores de un sistema de supresión de incendios instalados, un 91% trabajó con éxito, siendo efectivos en un 96% al momento de la extinción de un incendio, esto gracias a que se tuvo la cantidad de presión y flujo de agua correctos para su trabajo, así como también en el 75% de los casos de incendio un solo rociador fue el que controló el incendio. El 9% restante de rociadores no operaron debido a que en el 64% de los casos en que no funcionaron fue por motivo de que las válvulas se encontraban cerradas, 17% por la intervención manual, 6% falta de mantenimiento, 7% por subdiseño y un 7% restante debido a que los componentes de la red contra incendios se encontraban averiados. Según (Hill Harvey de Harvey & Associates en Fountain. 2016) afirma, *“Un incendio ocurrió en una planta fabricante de alfombras en*

Georgia en 1995. La planta quedó destruida durante un incendio ante la falla de dos bombas diésel contra incendio cuyo mantenimiento había sido inapropiado. Nadie murió en el incendio, pero el daño a la propiedad alcanzó los 200 millones de dólares". "La planta no brindó un programa de mantenimiento adecuado, y las unidades fallaron cuando se las necesitaba"

A pesar que existen normas y las cuales regulan el diseño, instalación, mantenimiento de sistemas contra incendios, no siempre se efectúan correctamente como resultado fatal según (Harvey 2016), *"existen instalaciones de bombas de incendio en las que la gente tiene una sensación de seguridad falsa, ellos creen que cuentan con un suministro de agua, cuando en realidad no es así, debido a que el sistema de bombeo no funciona"*

El mantenimiento tanto predictivo como preventivo no solamente se enfoca en el equipo de bombeo y su operatividad, también se lo debe realizar obligadamente en los demás elementos que constituyen el sistema de supresión de incendios total, puesto que la avería de alguno o la falta de mantenimiento causan un pobre funcionamiento en la red principal en el caso de presentarse alguna emergencia , para esto es necesario la revisión de válvulas de cierre, estas válvulas siempre deben estar abiertas permitiendo que el agente extintor fluya con facilidad hasta su consumo.

De la misma forma, se debe revisar constantemente de forma visual que los elementos de control no se encuentren en mal estado o desconectados, así como también inspeccionar que personas no autorizadas manipulen cualesquier accesorio, elemento sin previa autorización.

CAPÍTULO IV

4.1. Conclusiones

- Cada elemento instalado en un sistema de bombeo contra incendios tiene que ser listado según la UL (Underwriters Laboratories Inc.), organización dedicada a la certificación de productos sin fines de lucro. Así como también por la FM (Factory Mutual), entidad encargada de homologar y certificar productos y servicios, es decir cumplirá características y especificaciones únicas para ser usados solo para este tipo de sistemas, no estarán conectados a ningún otro sistema que suministre agua a otros lugares.
- Los motores que se deben utilizar en un sistema contra incendio obligatoriamente tienen que ser de combustión interna a diésel, esto debido a que son más confiables en cuanto a su seguridad en comparación a los de gasolina, puesto que el diésel es menos volátil e inflamable además aportan mayor fuerza de torsión (torque) y más tiempo de vida que los motores de gasolina, esto debido a que los motores diésel son más robustos.
- El equipo de bombas puede durar largos periodos de tiempo sin funcionar, debido a que no siempre se tendrá un conato de incendio o emergencia el cual implique el arranque del sistema contra incendios, haciendo más difícil de lo normal mantenerlos preparados para trabajar en el momento adecuado.
- Se considera como un problema grave cuando el equipo de motor eléctrico funciona al mismo tiempo que el de motor de combustión interna, debido a que se tiene el 200% en cantidad de suministro, demostrando así que los elementos de control están mal calibrados para su funcionamiento, cuando esto sucede es necesario apagar el sistema de bombas desde el tablero de control y dar aviso al personal especializado en mantenimiento sistemas contra incendios.
- La bomba jockey puede funcionar sin tanque presurizador, pero se ha confirmado que la inclusión de uno mejora el funcionamiento de todo el sistema en general, debido a que el tanque presurizador no es más que un recipiente donde se acumula agua bajo presión y al haber caída de presión mínima de agua en el sistema este lo compensará.

- Las pruebas de presión realizadas al grupo de bombas tiene como finalidad asegurar que la bomba funcione al 100%, entregando el caudal de agua correcto así como también la presión en su salida.
- La instalación de una bomba horizontal de succión negativa para un sistema contra incendios no es recomendada debido a que se pierde el cebado en la succión de la bomba, debido a que se crea una bolsa de aire en la tubería conectada en la succión de la bomba, provocando cavitación, es por eso que la NFPA 20 restringe el uso de este tipo de bomba.
- Cuando se presenten daños que impliquen cambios de partes o elementos de las bombas, es obligación y responsabilidad del representante de la fábrica realizar la actividad de cambio, bajo ningún motivo personas que no tengan autorización por el fabricante podrán realizar cualquier tipo de cambio o desmontar los equipos del sistema de bombeo.
- El equipo de bombeo así como todo el sistema contra incendios no trabajará constantemente, debido a que no siempre sucederá emergencias de incendio, en el tiempo de inactividad en que se encuentran las bombas y sus elementos, estos pierden propiedades como es el ejemplo del lubricante, agua del refrigerante del motor de combustión, estado de las baterías etc., haciendo que al momento de una emergencia el equipo de bombas tenga un arranque defectuoso o lo que es peor no funcione.
- El manual que se desarrolló no evalúa si los sistemas están bajo la normativa de diseño al contrario define cada parámetro, condiciones de prueba, frecuencias para su mantenimiento, pruebas e inspecciones, teniendo como referencia la normativa NFPA 25 2011.

4.2. Recomendaciones

Para realizar las inspecciones pertinentes, el personal técnico capacitado de mantenimiento o a su vez el dueño del establecimiento deben utilizar el EPP (equipo de protección personal) para evitar cualquier tipo de accidentes o lesiones dentro de la casa de bombas.

Para brindar seguridad en las inspecciones todo el equipo de bombeo debe estar fuera de servicio, para ello mover sus respectivos selectores al modo fuera de trabajo, para evitar el funcionamiento de todos los equipos durante la inspección o mantenimiento preventivo.

Cuando se detecte algún daño o falla en los elementos revisados se reportará al personal técnico capacitado para que ellos realicen las actividades necesarias para su reparación o en el peor de los casos la sustitución de las mismas.

Respetar los tiempos en los cuales se realizará las inspecciones o mantenimiento con el fin de precautelar un buen funcionamiento del sistema, mejorando más cada ocasión el cuidado y protección de todos los elementos conformados en el sistema para prolongar su vida útil.

Se debe comprobar que todas las válvulas de control estén abiertas tanto en la succión conectada al tanque cisterna como en la descarga para el servicio, para evitar fallas y faltas de suministro.

Cuando se tiene un sistema de succión negativo el filtro en la succión debe ser limpiado antes y después de la prueba de flujo, debido a que al momento de su realización este puede contener impurezas o basura que afecten a los resultados de dicha prueba.

Existen cojinetes que son de tipo sellado, estos no necesitan relubricación por lo que cuando se rompe o se fuga la lubricación es necesario su cambio, sucede lo mismo con acoples que contienen partes de caucho los cuales no necesitan cambio alguno de lubricante, teniendo como desventaja que su tiempo de vida es reducido sin tener opción a ser reparados, sino sustituidos.

Para relubricar un elemento, este debe estar libre de impurezas y suciedades. La cantidad de lubricante que se usa tiene que ser la correcta, debido a que demasiada cantidad causa agitación, dando como resultado pérdida de energía excesiva y recalentamiento.

Una vez terminado el mantenimiento de limpieza a los terminales de las baterías, se ajusta los cables fijamente con prudencia de no invertir polaridad, debido a que los elementos del tablero de control de la bomba de motor diésel pueden averiarse.

4.3. Bibliografía

- Baja Design Engineering, (SF). *Boletín 16 de Tanques y Recipientes de Almacenamiento de Agua*. Recuperado de :
<http://www.globalmechanical.com.mx/boletines/Boletin16.pdf>
- Botta, N. (2013). *Sistemas fijos de protección en base a agua*. Recuperado De:
http://www.redproteger.com.ar/editorialredproteger/serieredincendio/64_Sistemas_Fijos_Proteccion_Agua_1a_edicion_agosto2013_Temariocompleto.pdf.
- Manual de Instalación y Operación de Equipo Contra Incendio Integrado. Recuperado de
www.sistemasdebombeo.mx/documents/manuales/Manual_EBI.
- Manual de operación Cofimax. Recuperado de
http://www.sistemasdebombeo.mx/documents/manuales/manual_confimax.pdf.
- NFPA 25, (2011). *Norma para inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua*.
- NFPA 20. *Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios*.
- NFPA 22, (2011). *Norma para tanques de agua para protección contra incendios privada*.
- Ordenanza Municipal N°470, (2015). *Regla Técnica Metropolitana: Prevención de Incendios*.
- Rodríguez , G. (2004). *Diseño e instalación de un sistema detector de incendios para el museo de la Escuela Politécnica Nacional. E.P.N., Quito*.
- Babesa.com. (2017). *Extinción Automática y Manual*. Recuperado de
<http://www.babesa.com/productos-contraincendios/extincion-automatica-y-manual.html> (abril, 2017)
- AFME, (2015). *Guía AFME de Eficiencia Energética*. Recuperado de
<http://www.afme.es/es/tecnico/eficiencia-energetica> (abril, 2017)

- TP Contra Incendios y Seguridad, (2017). *Uso Rociadores*. Recuperado de <http://www.tpcontraincendioyseguridad.es/galeria-de-imagenes> (abril, 2017)
- ArchDaily Perú, (2017). *Agente Limpio Contra Incendios – Novec 1230*. Recuperado de <http://www.archdaily.pe/catalog/pe/products/7274/agente-limpio-contra-incendios-novec-1230-3m> (abril, 2017)
- Construmática, (2017). *Protección Pasiva contra Incendios*. Recuperado de http://www.construmatica.com/construpedia/C%C3%B3mo_Funciona_la_Protecci%C3%B3n_Pasiva_contra_Incendios (abril, 2017)
- Hilti, (2017). *Sistemas de protecciones*. Recuperado de <https://www.hilti.com/content/hilti/W1/US/en/engineering/design-centers/firestop/firestop-mep-penetrations.html> (abril, 2017)
- Aire acondicionado Split, (2016). *Vías de escape y su diseño*. Recuperado de <https://airesacondicionadosplit.blogspot.com/2015/09/presurizacion-de-escaleras-contra.html> (abril, 2017)
- Rodríguez, J. (2013). *Componentes básicos de sistemas contra incendios*
- Chowanczak, A. (2011). *Diseño de instalaciones contra Incendios-Hidrantes*. Recuperado de <https://issuu.com/leandroeara/docs/hidrantes>
- SBT Group, (2017), *Instalación llave en mano de sistemas de extinción contra incendios por Rociadores*. Recuperado de <http://www.sbtgroup.com.ar/site/instalaciones>
- Themudo, C. (2010). *Prevención de Riesgos Laborales*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/cthemudo/0503-instalaciones-pci>
- F.A manufacturas, (2017). *Elementos de Supresión*. Recuperado de <http://www.famanufacturas.com/galeria-fotos-videos-fa.html#.WPV4zPnTeM8>
- BajaDesignEngineer, (2016). *SC.Boletín 16*. Recuperado de <http://www.globalmechanical.com.mx/boletines/Boletin16>
- Ali, A. (2008). *Tanques australianos terraplén*. Recuperado de <http://adalbertoali.blogspot.com/2008/07/tanques-australianos.html>

- TECNI-TIPS-GANB, (2014), *Los Rociadores Hacen la Diferencia*. Recuperado de http://tecnitipsganb.blogspot.com/2014_06_01_archive.html
- Gabay, S. (2016). *Criterio de Selección de Bombas Verticales*. Recuperado de <http://gabaypumps.blogspot.com/2016/06/criterio-de-seleccion-de-bombas.htm>
- Cingral.com. (2017). *Consultora de engenharia especializada em infraestruturas de rega, água, meio ambiente e energia*. Recuperado de <http://www.cingral.com/experiencia/regadios/unidades/estacao-bombagem-sistema-bombagem.aspx>
- TROMBA S.A, (2017). *Manual de instalación*. Recuperado de <http://www.tromba-sa.com.ar/video.html>
- Ciudad, E. (S.F). *Agua Ecosocial*. Recuperado de <http://aguaecosocial.com/bombas-de-agua-para-uso-domestico/>
- ALL.BIZ, (2017). *Válvulas de Compuertas*. Recuperado de <http://bogota-co.all.biz/valvula-de-compuerta-sello-de-bronce-g2875#.WQqxvPnTeM8>
- SC fluids, (2017). *Válvulas y Medidores de Flujo*. Recuperado de http://www.valvulasymedidores.com/valvulas_globo_de_globo.html
- INICA Recambios, (2017). *Válvulas*. Recuperado de <http://inicarecambios.com.do/producto/valvula-mariposa/>
- Serrano, J. (2017). *Válvulas de compuerta*. Recuperado de <https://valvulascompuerta.blogspot.com/2013/10/valvula-os.html>
- Meckasacperu. (2017). METALS COMERCIAL KANTON S.A.C. Recuperado de <http://meckasacperu.com/wcheck.html>
- VCPSA. (2017). *Válvula de alivio de presión*. Recuperado de <http://vcpsa.com/valvula-alivio-presion/>
- AMEX S.A. (2016). *Medidores de Flujo Industriales*. Recuperado de <http://amexsamexico.com/productos/medidor-flujo-tipo-turbina/>

- Atedo A, (2014). *Cómo funciona un presostato*. Recuperado de [//bricolajeyocio.com/como-funciona-un-presostato/](http://bricolajeyocio.com/como-funciona-un-presostato/)
- Rodriguez, G. (2013). *Tubería y accesorios para sistemas contra incendios*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/josegpradar1/tuberia-y-accesorios-para-sistemas-contra-incendios>
- ATUSA, (2015). *Manual Técnico de Acoplamientos y Accesorios Ranurados*
- Yanginalarm. (2017). *Elementos de conexión de tubería ranurada* Recuperado de <http://www.yanginalarm.net/yivli-boru-baglanti-elemanlari/>
- Hdosobrasr. (2017). *Cañerías para Acueductos* Recuperado de <http://www.hdosobras.com.ar/canerias.html>
- Alhisac. (2017). *ALMACENES HIDRAULICOS SAC*. Recuperado de <http://alhisac.com/Accesorios3.html>
- Lingsac. (2017). *LIMG SAC Catalogo de tuberías* Recuperado de <https://lingsac.tumblr.com/page/2>.
- Alibaba. (2018). *Alta Presión Industrial Extremo De Succión Bomba De Agua - Buy Product* Recuperado de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/industrial-high-pressure-end-suction-water-pump-60596163345.html>
- konekt, (2017). *Tuberías de Cobre*. Recuperado de <http://marketkonekt.com/makedonija/gradezhnishtvo-i-nedvizhnini/drugi-proizvodi-od/13.htm>
- Plomería Selecta, (2017). *Elementos y Accesorios de Cobre*. Recuperado de <http://www.plomeriasselecta.com/productos/categoria/plomeria>
- HungThinh, (2015). *Fontanería de acero*. Recuperado de <http://tbcnhungthinh.com/dm-2/co-te-noi-37>
- Cofimax, (S.F). *Equipo Contra Incendio*. Recuperado de <http://www.sistemasdebombeo.mx/-contra-incendios.com>
- Rubio, J. (2009). *Tipos de bomba mecánica industrial*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/JHONRUBIO/presentac1bombas>

- Pump, S. (2018). *SPN Vertical In-Line API 610 Process Pump*. Recuperado de <http://www.ruhrpumpen.com/products/overhung-pumps/spn-pump>

- Thefuturebuild. (2018). *A-C Fire Pump Systems - Vertical Turbine Pumps* Recuperado de <https://www.thefuturebuild.com/products/fire-suppression/fire-pumps/a-c-fire-pump-systems-vertical-turbine-pumps>

- Incendios, T. (2018). *Tipos de bombas centrifugas para un Sistema Contra Incendios | Prevenir Ecuador*. Recuperado de <http://prevencionar.com.ec/2015/11/04/tipos-de-bombas-centrifugas-para-un-sistema-contra-incendios/>

- Electrofluidos. (2018). *Catálogo de Bombas y Accesorios*. Recuperado de <https://www.electrofluidos.com.co/productos/bombas/>

- J.D, (2017). *Motor Diésel De La Bomba De Agua*. Recuperado de <http://www.cnshunyu.com/water-pump-set/irrigation-water-pump-set/water-pump-set-diesel-engine-for-farm.html>

- Ferracor, (2017). *Tacómetros*. Recuperado de <http://www.grupoancor.es/ferracor/productos.php?categoria=29&PHPSESSID=reo1bcgcmfjg86esqvo593tp34>

- Olarte C., Botero A., Cañón A., (S.F). *Técnicas De Mantenimiento Predictivo Utilizadas En La Industrias*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa>

- Preditec S.A. (2017). *Mantenimiento Predictivo*. Recuperado de <http://pt.preditec.com/servicios/inspeccao-ultra-sonica-322221/>

- Lublearn, (2016). *Criticidad del lubricante en programa de análisis se lubricantes*. Recuperado de <http://noria.mx/lublearn/se-olvide-de-la-criticidad-del-lubricante-cuando-disene-un-programa-de-analisis-se-lubricantes/>

- Lewis, S. (2018). *Bombéalo*. Recuperado de <http://www.nfpajla.org/archivos/edicion-imprensa/sistemas-hidraulicos-supresion-extincion/971-bombealo>.

4.4. Anexos

ANEXO I.

Norma NFPA 25 -2011. Capítulo 8

Capítulo 8 Bombas de Incendio

8.1* General.

8.1.1 Requisitos mínimos.

8.1.1.1 Este capítulo estipula los requisitos mínimos para la inspección, prueba y mantenimiento regular de los equipos de bombas de incendio.

8.1.1.2 Debe usarse la Tabla 8.1.1.2 para determinar las frecuencias mínimas requeridas para inspección, prueba y mantenimiento.

8.1.2 Procedimientos alternativos de inspección, prueba y mantenimiento. En ausencia de recomendaciones del fabricante para mantenimiento preventivo, se debe usar la Tabla 8.1.2 para requisitos alternos.

8.1.3 Válvulas y conexiones. Se deben inspeccionar, probar y mantener las válvulas y conexiones de bomberos de acuerdo con el Capítulo 13.

8.1.4 Investigación de obstrucciones. Se deben seguir los procedimientos indicados en el Capítulo 14 cuando haya necesidad de realizar una investigación de obstrucciones.

8.1.5* Equipos auxiliares. El equipo auxiliar del conjunto de la bomba debe incluir lo siguiente:

- (1) Los siguientes accesorios de la bomba:
 - (a) Acople del eje de bomba
 - (b) Válvula automática de liberación de aire
 - (c) Indicadores de presión
 - (d) Válvula de alivio de circulación (no se usa en conjunto con propulsión de motor diesel con intercambiador de calor).
- (2) Dispositivo(s) de prueba de las bombas
- (3) Válvulas de seguridad de la bomba y tubería (cuando la presión máxima de descarga de la bomba es mayor que la capacidad nominal de los componentes del sistema o el impulsor es de velocidad variable)
- (4) Detectores e indicadores de alarma
- (5) Juegos de engranaje de ángulo recto (para bombas de turbina de árbol o eje vertical con propulsión de motor)
- (6) Bomba mantenedora de presión (jockey) y accesorios

8.1.6 Suministro de agua a la succión de la bomba.

8.1.6.1 El suministro de succión para la bomba de incendio debe proveer el flujo requerido a una presión manométrica de cero (0) bar [cero (0) psi] o mayor en la brida de succión de la bomba para llenar la demanda del sistema.

8.1.6.2 Las instalaciones para las cuales la NFPA 20, *Norma para la instalación de bombas fijas para protección de in-*

ciendios, permita presiones manométricas negativas de succión en el momento de instalación de la bomba, cuando la bomba y el suministro de agua todavía pueden satisfacer la demanda, se consideran de acuerdo con 8.1.6.

8.1.7 Fuente de energía. Las fuentes de energía para el impulsor de la bomba deben proveer la potencia al freno del impulsor de modo tal que la bomba satisfaga la demanda del sistema.

8.1.8 Impulsor. El impulsor o motor de la bomba no se debe sobrecargar más allá de su capacidad nominal (incluyendo cualquier margen de factor de servicio) al entregar la potencia de freno necesaria.

8.1.9* Control. Los controles automáticos y manuales para aplicar la fuente de energía al impulsor deben ser capaces de proporcionar esta operación para el tipo de bomba que se usa.

8.1.10 Interrupciones. Deben seguirse los procedimientos detallados en el Capítulo 15 cuando ocurra una desactivación o interrupción de la protección.

8.1.11 Notificación al servicio de supervisión. Para evitar falsas alarmas cuando se presta un servicio de supervisión, el propietario o representante designado debe notificar al servicio de recepción de alarmas, como sigue:

- (1) Antes de realizar cualquier prueba o procedimiento que pudiera causar la activación de una alarma.
- (2) Después de terminar estas pruebas o procedimientos

8.2 Inspección.

8.2.1 El objeto de la inspección será verificar que el equipo de la bomba aparece en condiciones de operación y está libre de daño físico.

8.2.2* Las siguientes observaciones visuales pertinentes deben hacerse semanalmente:

- (1) Condición de la caseta de bombas:
 - (a) El calor es adecuado, no menos de 21° C (70° F) para el cuarto de bombas con bombas diesel sin calentadores de máquina.
 - (b) Las rejillas de ventilación están libres para operación.
- (2) Condición del sistema de bombas:
 - (a) La succión y descarga de las bombas y válvulas de paso están totalmente abiertas.
 - (b) La tubería está libre de filtraciones.
 - (c) La lectura del indicador de presión en la línea de succión es normal.
 - (d) La lectura del indicador de presión en la línea del sistema es normal.
 - (e) El depósito de succión está lleno.
 - (f) Los filtros de succión del foso húmedo están sin obstrucciones y en su lugar.

Completar según el caso	Inspección visual	Revisión	Cambio	Limpieza	Prueba	Frecuencia
Equipo de Bombas						
Lubricar los cojinetes			X			Anual
Revisar el juego de la extremidad del eje		X				Anual
Verificar exactitud de indicadores de presión (manómetros) y detectores		X	X			Anual (cambiar o recalibrar cuando estén 5% descalibrados)
Revisar alineación de acoples		X				Anual
Filtros de succión de foso húmedo		X		X		Después de cada operación de la bomba
Transmisión mecánica						
Lubricar acoples			X			Anual
Lubricar engranajes en ángulo recto			X			Anual
Sistema eléctrico						
Ejercitar el interruptor y cortacircuitos					X	Mensual
Disparar el cortacircuitos (si existe el mecanismo)					X	Anual
Accionar los medios manuales de arranque					X	Semestral
Inspeccionar y accionar los medios manuales de arranque de emergencia (sin energía)	X				X	Anual
Ajustar las conexiones eléctricas si es necesario		X				Anual
Lubricar las piezas móviles (excepto los arranques y relevos)		X				Anual
Calibrar la graduación del interruptor automático de presión		X				Anual
Engrasar los cojinetes del motor			X			Anual
Exactitud voltímetro y amperímetro (5%)		X				Anual
Cualquier corrosión en tableros de circuitos impresos (PCB)	X					Anual
Cualquier aislamiento de cable/alambre agrietado	X					Anual
Cualquier filtración en partes de plomería	X					Anual
Cualquier señal de agua en partes eléctricas	X					Anual
Equipo de motor diesel						
<i>Combustible</i>						
Nivel del tanque	X	X				Semanal
Interruptor de flotador del tanque	X				X	Semanal
Operación de la válvula solenoide	X				X	Semanal
Tamiz, filtro, o canal de sedimentos, o combinación de estos				X		Trimestral
Agua y materias extrañas en el tanque				X		Anual
Agua en el equipo		X		X		Semanal
Mangueras y conectores flexibles	X					Semanal
Orificios en el tanque y tubería de desbordamiento		X			X	Anual
Tuberías	X					Anual

Llenar según el caso	Inspección visual	Revisión	Cambio	Limpieza	Prueba	Frecuencia
<i>Sistema de lubricación</i>						
Nivel del aceite	X	X				Semanal
Cambio de aceite			X			50 horas o anual
Filtro(s) de aceite			X			50 horas o anual
Lubricar calentador de aceite		X				Semanal
Tabo de ventilación del cárter (depósito de aceite)	X		X	X		Trimestral
<i>Sistema de enfriamiento</i>						
Nivel	X	X				Semanal
Nivel de protección anticongelante					X	Semestral
Anticongelante		X				Anual
Suficiente agua de enfriamiento para el intercambiador de calor		X				Semanal
Limpieza interior del intercambiador de calor				X		Anual
Bomba(s) de agua	X					Semanal
Estado de mangueras y conexiones flexibles	X	X				Semanal
Camisa del calentador de agua		X				Semanal
Inspección de red de conductos, limpieza de persianas (aire de combustión)	X	X	X			Anual
Filtro de agua				X		Trimestral
<i>Sistema de escape</i>						
Filtraciones	X	X				Semanal
Purga de condensación del desagüe		X				Semanal
Aislamiento y riesgo de incendio	X					Trimestral
Contrapresión excesiva					X	Anual
Suspensores y soportes del sistema de escape	X					Anual
Sección flexible del escape	X					Semestral
<i>Sistema de baterías</i>						
Nivel de electrolitos		X				Semanal
Terminales limpios y ajustados	X	X				Trimestral
Exterior de caja limpio y seco	X	X				Mensual
Gravedad específica o estado de carga					X	Mensual
Cargador y régimen de carga	X					Mensual
Equilibrar carga		X				Mensual
Limpia terminales				X		Anual
Voltaje de cranking excede 9 voltios en un sistema de 12 voltios o 18 voltios en un sistema de 24 voltios		X				Semanal
<i>Sistema eléctrico</i>						
Inspección general	X					Semanal
Apretar conexiones de cables de control y energía		X				Anual
Desgaste de cables por rozamiento cuando están sujetos a movimiento	X	X				Trimestral
Operación de seguridades y alarmas		X			X	Semestral

Llenar según el caso	Inspección visual	Revisión	Cambio	Limpieza	Prueba	Frecuencia
Cajas, paneles y gabinetes				X		Semestral
Corta circuitos o fusibles	X	X				Mensual
Corta circuitos o fusible			X			Bianual
Exactitud voltímetro y amperímetro (5%)		X				Anual
Cualquier corrosión en tableros de circuitos impresos (PCB)	X					Anual
Cualquier aislamiento de cable/alambre agrietado	X					Anual
Cualquier filtración en partes de plomería	X					Anual
Cualquier señal de agua en partes eléctricas	X					Anual

Tabla 8.1.1.2 Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de bombas de incendio

Item	Frecuencia	Referencia
Inspección		
Caseta de bombas, rejilla de ventilación de calefacción	Semanal	8.2.2(1)
Sistema de bombas de incendio	Semanal	8.2.2(2)
Prueba		
Operación de la bomba		
Sin flujo		8.3.1
Bombas con motor diesel	Semanal	
Bombas con motor eléctrico	Mensual	
Con flujo	Anual	8.3.3
Señales de alarma de la bomba	Anual	8.3.3.5
Mantenimiento		
Hidráulico	Anual	8.5
Transmisión mecánica	Anual	8.5
Sistema eléctrico	Variable	8.5
Controlador, diferentes componentes	Variable	8.5
Motor	Anual	8.5
Sistema de máquina diesel, diferentes componentes	Variable	8.5

- (g) Las válvulas de prueba de flujo de agua en posición cerrada.
- (3) Condición del sistema eléctrico:
- (a) La luz piloto del regulador de encendido («power on») está iluminada.
- (b) La luz piloto normal del conmutador de transferencia está iluminada.
- (c) El desconector está cerrado – fuente de reserva (emergencia).
- (d) La luz piloto de la fase de alarma está apagada o la luz piloto de la fase normal de rotación está encendida.

- (e) El nivel de aceite en la ventanilla indicadora del motor vertical está normal.
- (f) Se provee energía para la bomba sostenedora de presión.
- (4) Condición del sistema de máquina diesel:
- (a) Tanque de combustible lleno a dos tercios.
- (b) Selector del regulador en posición auto.
- (c) Lecturas de voltaje de las baterías (2) dentro de lo normal
- (d) Lecturas de carga de corriente de las baterías (2) normales

- (e) Luces pilotos de las baterías (2) encendidas o las luces piloto de falla de las baterías (2) apagadas
 - (f) Todas las luces pilotos de alarma apagadas
 - (g) Totalizador de tiempo de funcionamiento de las máquinas dando lectura
 - (h) Nivel de aceite en el mando por engranaje de ángulo rectos están dentro del campo aceptable
 - (i) Nivel de aceite en el cárter dentro de lo normal
 - (j) Nivel de agua de enfriamiento dentro del límite aceptable
 - (k) Nivel de electrolitos en baterías dentro del límite normal
 - (l) Terminales de baterías libres de corrosión
 - (m) Calentador de camisa de agua operando
- (5)* Condición del sistema de vapor: Lectura del indicador de presión de vapor dentro del límite normal.

8.3* Pruebas.

8.3.1 Frecuencia.

8.3.1.1 Las bombas de incendio impulsadas por motor diesel se deben operar semanalmente.

8.3.1.2* Las bombas de incendio impulsadas por motor eléctrico se deben operar mensualmente.

8.3.2 Sin flujo.

8.3.2.1 Debe realizarse una prueba de los equipos de bombas de incendio sin flujo de agua.

8.3.2.2 Esta prueba debe conducirse iniciando la bomba automáticamente.

8.3.2.3 La bomba eléctrica debe funcionar por un mínimo de 10 minutos.

8.3.2.4 La bomba diesel debe funcionar por un mínimo de 30 minutos.

8.3.2.5 Debe permitirse una válvula instalada para abrirse como elemento de seguridad para que descargue agua.

8.3.2.6 Se debe permitir sustituir el temporizador automático.

8.3.2.7 Debe estar presente personal operador calificado siempre que la bomba está en operación.

8.3.2.8* Deben hacerse las observaciones visuales o ajustes pertinentes especificados en la siguiente lista de verificación mientras la bomba está funcionando:

- (1) Procedimiento para el sistema de las bombas:
 - (a) Registrar las lecturas del indicador de presión de succión y descarga del sistema
 - (b) Revisar los sellos, empaquetadura de la bomba para detectar descargas leves (goteo).
 - (c) Ajustar las tuercas de los sellos de empaquetadura si es necesario

- (d) Detectar ruido o vibración inusual
 - (e) Revisar las cajas de empaquetadura, cojinetes, o la caja de la bomba para detectar sobrecalentamiento
 - (f) Registrar la presión inicial de la bomba
- (2) Procedimiento para el sistema eléctrico:
- (a) Observar el tiempo que toma el motor para acelerar a velocidad plena
 - (b) Registrar el tiempo que el regulador está en el primer paso (para arranque de voltaje o corriente reducida)
 - (c) Registrar el tiempo que la bomba funciona después de arrancar (para reguladores de parada automática)
- (3) Procedimiento para motor diesel:
- (a) Observar el tiempo que toma el motor para arrancar
 - (b) Observar el tiempo que toma el motor para alcanzar velocidad total
 - (c) Observar periódicamente el indicador de presión del aceite del motor, el indicador de velocidad, indicadores de temperatura de agua y aceite mientras el motor está funcionando.
 - (d) Registrar cualquier anomalía.
 - (e) Revisar el flujo de agua de enfriamiento en el conmutador térmico.
- (4) Procedimiento para el sistema de vapor:
- (a) Registrar la lectura del indicador de presión de vapor
 - (b) Observar el tiempo que toma la turbina para alcanzar la velocidad de marcha

8.3.3 Pruebas de flujo anuales.

8.3.3.1* Debe hacerse una prueba anual de cada equipo de bomba a flujo mínimo, nominal, y máximo de la bomba de incendio, controlando la cantidad de agua descargada por medio de dispositivos de prueba aprobados.

8.3.3.1.1 Si las fuentes de succión disponibles no permiten el flujo a 150 por ciento de la capacidad nominal de la bomba, se permite operar la bomba a la descarga máxima permisible.

8.3.3.1.2* La prueba anual debe hacerse como se describe en 8.3.3.1.2.1, 8.3.3.1.2.2, o 8.3.3.1.2.3.

8.3.3.1.2.1 Uso de la descarga de la bomba vía los chorros de manguera.

(A) Las presiones de succión y descarga de la bomba y las medidas de flujo de cada chorro de manguera deben determinar el caudal total de la bomba.

(B) Se debe tener cuidado de evitar el daño por agua verificando que hay drenaje adecuado para la descarga de agua con las mangueras a alta presión.

8.3.3.1.2.2 Uso de la descarga de la bomba vía indicador de caudal de derivación hacia el drenaje o depósito de succión.

Las presiones de succión y descarga de la bomba y las medidas del indicador de flujo deben determinar el gasto total de la bomba.

8.3.3.1.2.3 Uso de la descarga de la bomba vía indicador de corriente de derivación hacia la succión de la bomba (medición de lazo cerrado). Las presiones de succión y descarga de la bomba y las medidas del indicador de flujo deben determinar el gasto total de la bomba.

8.3.3.1.3 Cuando la prueba anual se hace periódicamente de acuerdo con 8.3.3.1.2.3, se debe realizar una prueba cada 3 años de acuerdo con 8.3.3.1.2.1 u 8.3.3.1.2.2 en lugar del método descrito en 8.3.3.1.2.3.

8.3.3.1.4 Cuando se usa el 8.3.3.1.2.2 u 8.3.3.1.2.3, el indicador de flujo debe ajustarse inmediatamente antes de realizar la prueba de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

8.3.3.1.4.1 Si los resultados de la prueba no son consistentes con la prueba anual previa, se debe usar el 8.3.3.1.2.1.

8.3.3.1.4.2 Si no es posible la prueba de acuerdo con 8.3.3.1.2.1, se debe hacer una calibración del indicador de corriente y repetirse la prueba.

8.3.3.2 Las observaciones visuales pertinentes, medidas y ajustes especificados en las siguientes listas de comprobación deben realizarse anualmente con la bomba en funcionamiento y flujo de agua bajo la condición de salida especificada:

- (1) Sin flujo (agitación):
 - (a) Verificar si la válvula de alivio de circulación está operando y descarga agua.
 - (b) Verificar si la válvula de alivio de presión (si está instalada) está operando adecuadamente
- (2) En cada condición de flujo:
 - (a) Registrar el voltaje del motor eléctrico y la corriente (todas las líneas)
 - (b) Registrar la velocidad de la bomba en rpm
 - (c) Registrar las lecturas simultáneas (aproximadamente) de las presiones de succión y descarga de la bomba y flujo de descarga de la bomba
- (3) Para bombas impulsadas por motor eléctrico, la bomba no se debe parar hasta que haya funcionado durante 10 minutos.
- (4) Para bombas impulsadas por motores diesel, la bomba no se debe parar hasta que haya funcionado durante 30 minutos.

8.3.3.3* En instalaciones que tienen válvula de alivio de presión, debe observarse cuidadosamente la operación de la válvula de alivio durante cada condición de flujo para determinar si la presión de descarga de la bomba excede la presión normal de operación de los componentes del sistema.

8.3.3.3.1* La válvula de alivio de presión también debe observarse durante cada condición de flujo para determinar si la válvula de alivio de presión se cierra a la presión correcta.

8.3.3.3.2 La válvula de alivio de presión debe estar cerrada en condiciones de flujo si es necesario para alcanzar las características nominales mínimas de la bomba y restaurarse a posición normal al final de la prueba de la bomba.

8.3.3.4 En instalaciones con interruptor de transferencia (transfer switch) automático, se debe hacer la siguiente prueba para asegurarse que los dispositivos de protección de sobretensión (ej., fusibles o cortacircuitos) no se abren:

- (1) Simular una falla de energía mientras la bomba está funcionando a carga máxima.
- (2) Verificar que el conmutador transfiere corriente a la fuente alterna de energía.
- (3) Verificar que la bomba continúa operando a carga máxima.
- (4) Eliminar el estado de falla de energía y verificar que después de un retraso temporal, la bomba sea reconectada a la fuente normal de energía.

8.3.3.5* Se deben simular situaciones de alarma activando los circuitos de alarma en los lugares de los detectores, y se debe observar la operación de todos los dispositivos indicadores de alarma locales o remotos (visuales y audibles).

8.3.3.6* **Seguridad.** Deben seguirse los requisitos de seguridad de la Sección 4.8 mientras se trabaja cerca de bombas de incendio impulsadas por motor eléctrico.

8.3.3.7* **Filtros en la succión.** Después de la activación del flujo de agua durante la prueba anual o de activaciones del sistema de protección de incendios, los filtros de succión deben inspeccionarse y limpiarse de cualquier desecho u obstrucción.

8.3.3.8* Cuando los motores utilizan sistemas de control electrónico para el manejo de combustible, el módulo de control electrónico de soporte (MCE) y los sensores primarios y redundantes del MCM, se deben probar anualmente.

8.3.4 Otras pruebas.

8.3.4.1 Los conjuntos motor-generador que suministran energía de emergencia o de reserva deben probarse regularmente de acuerdo con la NPFA 110, *Norma para redes de energía de emergencia y de reserva*.

8.3.4.2 Los interruptores de transferencia automáticos deben probarse y operarse regularmente de acuerdo con la NFPA 110, *Norma para sistemas de emergencia y de reserva*.

8.3.4.3 Se deben hacer pruebas de las condiciones ambientales adecuadas del espacio de la sala de las bombas (ej., calefacción, ventilación, iluminación) para garantizar la operación manual o automática adecuada del equipo asociado.

8.3.4.4* La alineación paralela y angular de la bomba y el motor debe revisarse durante la prueba anual. Cualquier desalineación debe corregirse.

8.3.5 Resultados y evaluación de las pruebas.

8.3.5.1* Interpretación.

8.3.5.1.1 La interpretación de los resultados de las pruebas debe ser la base para determinar el desempeño del conjunto de la bomba.

8.3.5.1.2 Personas calificadas deben hacer la interpretación de los resultados de las pruebas.

8.3.5.2 Velocidad del motor.

8.3.5.2.1 Se deben aplicar factores teóricos de corrección a la velocidad nominal al determinar el cumplimiento de la bomba según la prueba.

8.3.5.2.2 Aumentar la velocidad del motor más allá de la velocidad nominal de la bomba en condición nominal no es un método aceptable para lograr el desempeño nominal de la bomba.

8.3.5.3 El conjunto de la bomba de incendio se considera aceptable si cualquiera de las siguientes condiciones se muestra durante la prueba:

- (1)* La prueba no se hace a menos de 95 por ciento de la presión a flujo y velocidad nominales de la curva de prueba de aceptación de campo inicial no ajustada, siempre y cuando la curva de prueba de aceptación original sea igual a la curva original certificada de la bomba usando factores teóricos.
- (2) La bomba de incendio no está a menos de 95 por ciento de las características de desempeño indicadas en la placa de identificación de la bomba.

8.3.5.4* Una desviación mayor de 5 por ciento de la presión de la curva de la prueba de aceptación inicial no ajustada o de la placa de identificación debe investigarse para descubrir la causa de la desmejora del desempeño.

8.3.5.5 Las lecturas de corriente y voltaje cuyo resultado no exceda el resultado del voltaje y la corriente de carga máxima nominales multiplicados por el factor permitido de servicio del motor deben considerarse aceptables.

8.3.5.6 Las lecturas de voltajes en el motor que estén dentro de 5 por ciento menos o 10 por ciento más que el voltaje nominal (ej., placa de identificación) se deben considerar aceptables.

8.3.5.7 Debe evaluarse el desempeño de la bomba usando las tasas de flujo y presiones no ajustadas para asegurarse que la bomba puede abastecer la demanda suministrada por el propietario.

8.4 Reportes.

8.4.1 Cualquier anomalía que se observe durante la inspección o prueba debe reportarse inmediatamente al propietario de las instalaciones o el representante designado.

8.4.2* Los resultados de las pruebas deben registrarse y guardarse para comparación de acuerdo con la Sección 4.3.

8.4.3 Deben registrarse todos los intervalos de retrasos temporales relacionados con el arranque, parada y transferencia de fuente de energía de la bomba.

8.5 Mantenimiento.

8.5.1* Se debe establecer un programa de mantenimiento preventivo para todos los componentes del equipo de bombas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

8.5.2 Se deben llevar registros de todos los trabajos realizados en la bomba, impulsor, regulador y equipo auxiliar.

8.5.3 El programa de mantenimiento preventivo debe iniciarse inmediatamente después de que el conjunto de bombas haya pasado las pruebas de aceptación.

8.6 Requisitos para pruebas de reemplazo de componentes.

8.6.1 Cada vez que se ajusta, repara, reconstruye o reemplaza un componente de una bomba de incendios, se deben realizar las pruebas requeridas para restaurar el sistema al servicio de acuerdo a la Tabla 8.6.1

8.6.2 Se debe consultar la NFPA 20, *Norma para la instalación de bombas estacionarias para protección contra incendio*, para los requisitos mínimos de diseño e instalación, incluyendo pruebas de aceptación y reemplazo de componentes.

Componente	Ajustar	Reparar	Reconstruir	Reemplazar	Criterio de prueba
Sistema de bombas de incendio Conjunto de bomba completo				X	Prueba de aceptación de desempeño según NFPA 20 <i>Norma para la instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios</i>
Conjunto rotativo/impulsor		X		X	Prueba de aceptación según NFPA 20
Caja		X		X	Prueba de aceptación según NFPA 20
Rodamientos				X	Prueba anual según 8.3.3
Camisas				X	Prueba anual según 8.3.3
Anillos de desgaste				X	Prueba anual según 8.3.3
Eje principal		X		X	Prueba anual según 8.3.3
Empaques	X			X	Prueba de acuerdo con 8.3.2
Transmisión mecánica Impulsor del engranaje en ángulo recto		X	X	X	Prueba de aceptación según NFPA 20
Acople del impulsor	X	X	X	X	Prueba de acuerdo con 8.3.2
Sistema/control eléctrico Regulador completo		X	X	X	Prueba de aceptación según NFPA 20
Interruptor aislador				X	Prueba de acuerdo con 8.3.2 y ensayar 6 veces
Cortacircuitos	X				Realizar 6 arranques momentáneos según NFPA 20
Cortacircuitos				X	Prueba de corriente de una hora a carga plena
Conexiones eléctricas	X				Realizar prueba según 8.3.2
Contacto principal			X		Realizar prueba según 8.3.2
Contacto principal				X	Prueba de aceptación según NFPA 20
Monitor de potencia				X	Realizar prueba según 8.3.2
Relevo de arranque				X	Realizar prueba según 8.3.2
Interruptor de presión	X			X	Realizar prueba según 8.3.2 y ensayar seis veces automáticamente
Transductor piezométrico	X			X	Prueba de aceptación según NFPA 20
Interruptor manual de arranque o parada				X	Operar seis veces con carga aplicada
Interruptor de transferencia – partes conductoras de carga		X	X	X	Prueba de corriente de 1 hora a carga plena y transferir de corriente normal a corriente de emergencia y viceversa una vez
Interruptor de transferencia – Partes no-conductoras de carga		X	X	X	Seis operaciones de transferencia de energía en vacío
Propulsor de motor eléctrico Motor eléctrico		X	X	X	Prueba de aceptación según NFPA 20
Rodamientos del motor				X	Prueba anual según 8.3.3
Conductores de potencia de entrada				X	Prueba de corriente 1 hora a carga plena
Propulsor de motor diesel Motor completo			X	X	Prueba de aceptación según NFPA 20
Bomba de trasiego de combustible	X		X	X	Realizar prueba según 8.3.2

Componente	Ajustar	Reparar	Reconstruir	Reemplazar	Criterio de prueba
Bomba de inyector de combustible	X			X	Realizar prueba según 8.3.2
Filtro del sistema de combustible		X		X	Realizar prueba según 8.3.2
Sistema de aire de combustión		X		X	Realizar prueba según 8.3.2
Tanque de combustible		X		X	Realizar prueba según 8.3.2
Sistema de enfriamiento		X	X	X	Realizar prueba según 8.3.2
Baterías		X		X	Secuencia arranque/parada según NFPA 25
Cargador de batería		X		X	Realizar prueba según 8.3.2
Sistema eléctrico		X		X	Realizar prueba según 8.3.2
Servicio de filtro/aceite combustible		X		X	Realizar prueba según 8.3.2
Turbinas de vapor					
Turbina de vapor		X		X	Prueba de aceptación según NFPA 20
Regulador de vapor o repotenciación de fuente		X		X	Prueba anual según NFPA 20
Bombas de desplazamiento positivo					
Bomba completa				X	Prueba de aceptación según NFPA 20
Rotores				X	Prueba anual según 8.3.3.
Pistones				X	Prueba anual según 8.3.3
Eje				X	Prueba anual según 8.3.3.
Propulsor		X	X	X	Prueba de aceptación según NFPA 20
Rodamientos				X	Prueba anual según 8.3.3
Sellos				X	Realizar prueba según 8.3.2
Caseta de bomba y componentes varios					
Placa base		X		X	Prueba según 8.3.2 con revisión de alineación
Base		X	X	X	Prueba según 8.3.2 con revisión de alineación
Tubo de succión/descarga		X		X	Inspección visual según 8.3.3.7
Conexiones de succión/descarga		X		X	Inspección visual según 8.3.3.7
Válvulas de succión/descarga		X	X	X	Prueba de operación según 13.3.3.1

ANEXO II.

NFPA 25-2011. Capítulo 4.

Capítulo 4 Requerimientos Generales

4.1 Responsabilidad del propietario o su representante designado.

4.1.1* Responsabilidad de inspección, prueba y mantenimiento y desactivación. El propietario o representante designado deben hacerse responsables del mantenimiento adecuado del sistema de protección contra incendio a base de agua.

4.1.1.1 Edificios. El propietario del edificio debe asegurarse de que todas las áreas del edificio que contienen tuberías llenas de agua se mantengan a una temperatura mínima de 4.4°C (40°F) y no estén expuestas a condiciones de congelamiento.

4.1.1.1.1* La inspección, prueba, mantenimiento y desactivación deben implementarse de acuerdo con procedimientos que cumplan con los establecidos en este documento y de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

4.1.1.2 La inspección prueba y mantenimiento deben ser realizadas por personal que tenga idoneidad adquirida a través de entrenamiento y experiencia.

4.1.1.3* Cuando el propietario de las instalaciones o su representante designado no es el ocupante, se debe permitir al propietario o representante delegar la autoridad para inspección, prueba, mantenimiento y desactivación de los sistemas de protección contra incendios en un representante designado.

4.1.1.4 Cuando el representante designado ha sido autorizado para inspección, prueba, mantenimiento y desactivación, este representante designado debe cumplir con los requisitos establecidos en esta norma para el propietario de las instalaciones o representante designado.

4.1.2* Accesibilidad. El dueño de la propiedad o representante designado deben proveer acceso fácil a los componentes de los sistemas de protección contra incendio a base de agua que requieran inspección, prueba y mantenimiento.

4.1.3 Notificación del cierre del sistema. Antes de probar o cerrar un sistema o suministro, el propietario o representante designado deben notificar a la autoridad competente, al cuerpo de bomberos si es necesario, y al servicio receptor de alarmas.

4.1.3.1 La notificación del cierre del sistema debe incluir el objeto del cierre, sistema o componente involucrado, y el tiempo estimado de cierre del sistema.

4.1.3.2 Debe notificarse a la autoridad competente, al cuerpo de bomberos, y el servicio receptor de alarmas cuando el sistema, suministro o componentes se restauran al servicio.

4.1.4* Reajustes y reparaciones.

4.1.4.1 El propietario o representante designado deben corregir o reparar las deficiencias o averías que se encuentren durante la inspección, prueba y mantenimiento estipulados en esta norma.

4.1.4.2* Las correcciones y reparaciones deben ser hechas por personal de mantenimiento calificado o por un contratista calificado.

4.1.5* Cambios en ocupación, uso, procesos o materiales. El propietario o representante designado no deben hacer cambios en la ocupación, uso o proceso, o los materiales usados o almacenados en el edificio sin evaluar la capacidad de los sistemas existentes de protección de incendios para proteger la nueva ocupación, el uso o los materiales.

4.1.5.1 La evaluación estipulada en 4.1.5 no se debe considerar parte de la inspección, prueba y mantenimiento normales requeridas en esta norma.

4.1.5.2 La evaluación debe considerar factores que incluyan, pero no se limiten a los siguientes:

- (1) Cambios de ocupación como la conversión de un espacio de oficinas o producción en bodegas.
- (2) Cambios de procesos o materiales como estampado metálico de plásticos moldeados.
- (3) Cambios en el edificio como re-localización de paredes, mezanines nuevos, y cielorrasos agregados debajo de los rociadores.
- (4) Retiro de sistemas de calefacción en espacios con tuberías sujetas a congelación.

4.1.6* Manejo de los cambios de riesgos.

4.1.6.1 Cuando se identifican cambios en ocupación, riesgo, suministro de agua, instalaciones de almacenamiento, disposición de almacenamiento, modificación del edificio y otra condición que afecta el criterio de instalación del sistema, el propietario u ocupante debe tomar medidas inmediatamente, como contactar a un contratista calificado, consultor o ingeniero, para evaluar la suficiencia del sistema instalado para proteger el edificio o riesgo en cuestión.

4.1.6.2 Cuando la evaluación descubre que el sistema instala-

ción, el propietario o representante designado debe hacer las correcciones apropiadas.

4.1.6.3 Las correcciones deben estar aprobadas.

4.1.7 Localización de las válvulas. La localización de las válvulas de cierre debe estar señalizada.

4.1.8 Aviso de información.

4.1.8.1 Se debe colocar un aviso permanente de metal o plástico rígido en la columna de control del sistema que alimenta el bucle o circuito de anticongelante, sistema seco, sistema de pre-acción o válvula de control de equipo auxiliar.

4.1.8.2 Cada aviso debe estar asegurado con alambre, cadena u otro medio aceptable que sea resistente a la corrosión y debe contener por lo menos la siguiente información:

- (1) Localización del área servida por el sistema
- (2) Localización de desagües auxiliares y drenajes de punto bajo para los sistemas de tubería seca y pre-acción.
- (3) La presencia y localización de sistemas anticongelantes u otros sistemas auxiliares
- (4) La presencia y localización de la cinta calórica.

4.1.9 Desactivaciones.

4.1.9.1 Cuando ocurre una desactivación en el sistema de protección de incendios a base de agua, se deben seguir los procedimientos detallados en el Capítulo 15 de esta norma, incluyendo la rotulación del sistema dañado.

4.1.9.2 Cuando el sistema de protección de incendios a base de agua se restaura al servicio después de un daño, el sistema debe ser revisado por medio de inspección o prueba adecuadas para verificar que está funcionando correctamente.

4.2 Acción correctiva. Se debe permitir a los fabricantes hacer modificaciones en el lugar a sus propios productos listados, con dispositivos listados que restauren el desempeño original según el listado, cuando sea aceptable para la autoridad competente.

4.3 Registros.

4.3.1* Se debe llevar registros de todas las inspecciones, pruebas y mantenimiento del sistema y sus componentes y este debe estar a disposición de la autoridad competente cuando lo requiera.

4.3.2 Los registros deben indicar el procedimiento realizado (ej., inspección, prueba o mantenimiento), la organización que realizó el trabajo, los resultados y la fecha.

4.3.3* El propietario de las instalaciones debe guardar los

4.3.4 Los planos originales de instalación, cálculos hidráulicos, registros de pruebas de aceptación originales y hojas de datos del fabricante de los aparatos se deben guardar durante toda la vida del sistema.

4.3.5 Los registros subsiguientes deben guardarse por un período de 1 año después de la siguiente inspección, prueba o mantenimiento requerido por la norma.

4.4* Inspección. Los componentes del sistema deben ser inspeccionados a los intervalos especificados en los capítulos apropiados.

4.5 Pruebas.

4.5.1 Todos los componentes y sistemas deben probarse para verificar que funcionan como se desea.

4.5.2 La frecuencia de las pruebas debe ser de acuerdo con esta norma.

4.5.3 Los componentes del sistema de protección de incendios deben restaurarse a su condición operacional total después de la prueba incluyendo la re-instalación de tapones y tapas de los drenajes auxiliares y válvulas de prueba.

4.5.4 Durante todas las pruebas y mantenimiento, los suministros de agua, incluyendo las bombas de incendio, deben permanecer en servicio a menos que haya presencia constante de personal calificado o se sigan los procedimientos de desactivación del Capítulo 15.

4.5.5* Los resultados de las pruebas deben compararse con los de la prueba de aceptación original (si están disponibles) y con los resultados de las pruebas más recientes.

4.5.6* Cuando se reconstruye o reemplaza una parte importante o subsistema, el subsistema debe probarse de acuerdo con la prueba de aceptación original requerida para ese subsistema.

4.5.7* Pruebas automatizadas. (Reservado)

4.6* Programas basados en el desempeño. Como medio alternativo de cumplimiento, subordinado a la autoridad competente, se debe permitir que los componentes y sistemas sean inspeccionados, probados y mantenidos bajo un programa basado en el desempeño.

4.7* Mantenimiento. Debe practicarse el mantenimiento para mantener operable el equipo del sistema o para hacer reparaciones.

4.8 Seguridad.

4.8.1 General. Las actividades de inspección, prueba y mantenimiento deben conducirse de acuerdo con las reglamentaciones de seguridad aplicables.

4.8.2 Espacios confinados. Deben tomarse las precauciones requeridas por la ley antes de entrar en espacios cerrados como tanques, fosos de válvulas, o zanjas.

4.8.3 Protección contra caídas. Debe llevarse o usarse el equipo requerido por la ley para evitar lesiones por caídas al personal.

4.8.4 Riesgos. Deben tomarse precauciones para encarar cualquier riesgo especial, como protección contra ahogamiento cuando se trabaja sobre un dique lleno o un tanque de tela encauchada, o sobre superficies de agua u otros líquidos.

4.8.5* Materiales peligrosos.

4.8.5.1 Cuando se trabaja en un ambiente donde hay materiales peligrosos debe usarse el equipo requerido por la ley.

4.8.5.2 El propietario o representante designado debe advertir sobre materiales peligrosos almacenados en las instalaciones, a quienes realicen inspección, prueba y mantenimiento en cualquier sistema bajo el alcance de este documento.

4.8.6* Seguridad eléctrica. Se deben tomar las precauciones requeridas por la ley cuando se prueban o mantienen los reguladores eléctricos para bombas de incendio de impulsión eléctrica.

Capítulo 5 Sistemas de Rociadores

5.1 General.

5.1.1 Requisitos mínimos.

5.1.1.1 Este capítulo estipula los requisitos mínimos para la inspección, prueba y mantenimiento regulares en los sistemas de rociadores.

5.1.1.2 Debe usarse la Tabla 5.1.1.2 para determinar las frecuencias mínimas requeridas para inspección, prueba y mantenimiento.

5.1.2 Válvulas y conexiones. Las válvulas y conexiones del cuerpo de bomberos deben inspeccionarse, probarse y mantenerse de acuerdo con el Capítulo 13.

5.1.3 Investigación de obstrucciones. Se deben seguir los procedimientos detallados en el Capítulo 14 cuando sea necesario investigar una obstrucción.

5.1.4 Desactivaciones. Cuando ocurra una desactivación de la protección deben seguirse los procedimientos indicados en el Capítulo 15.

5.1.5 Notificación al servicio de supervisión. Para evitar falsas alarmas cuando se presta un servicio de supervisión, el

ANEXO III.

Artículo publicado en la página web de la NFPA.

La historia de la ingeniería de protección contra incendios

Por Jaime A. Mocada, P.E., SFPE

Recientemente la NFPA, en cooperación con la Sociedad de Ingenieros de Protección contra Incendios (SFPE), publicó un libro sobre la historia de la ingeniería de protección contra incendios, editado por el ingeniero canadiense Ken Richardson.

Este libro no solo recopila la historia de esta ingeniería, desde su nacimiento hasta donde estamos hoy día, sino que identifica y describe a los individuos que por sus acciones han impactado y desarrollado esta tecnología, pues a veces se nos olvida que son individuos, y no instituciones o compañías los que cambian las cosas, ya sea por sus brillantes ideas, por su tenacidad o su dedicación.

Aunque he dicho en muchas ocasiones que la ingeniería de protección contra incendios es una ingeniería joven, donde todavía nos falta mucho por aprender y recorrer, este libro recopila el increíble desarrollo tecnológico que ha permitido que ingenieros de incendios utilicen hoy día programas de software y fórmulas empíricas como herramientas diarias de trabajo. No son solo los programas de cálculo hidráulico a los que me refiero, sino también a programas más sofisticados que nos han permitido calcular la producción y desarrollo del humo en un incendio, que nos permiten calcular el proceso de evacuación de personas en un edificio, o la resistencia al fuego de una estructura, que nos permiten diseñar estructuras industriales teniendo en cuenta el impacto de la radiación en una instalación vecina, o nos permiten determinar cuando (en segundos luego del inicio del incendio) se operará un sistema de detección o de rociadores automáticos.

Los incendios han sido una parte importante en el desarrollo de la civilización. Sin embargo, la utilidad del fuego no es parte de la ingeniería de protección contra incendios. Al revés, en la ingeniería de protección contra incendios tenemos en cuenta la fuerza destructora del fuego, la cual debe ser controlada para que nuestro mundo pueda continuar progresando. Durante muchos años este trabajo estaba circunscrito en las brigadas contra incendios, pero básicamente en el último siglo han sido los ingenieros de protección contra incendios los que han puesto su empeño, conocimiento y pericia en el control del fuego destructivo.

La historia inicial de la ingeniería de protección contra incendios se tiene que remontar a la antigua Roma, donde el emperador romano Nerón mandó escribir un Código Constructivo en el que se requería la utilización de materiales resistentes al fuego en las paredes exteriores a las viviendas. Más tarde, en el siglo XII en Londres, se encuentran regulaciones que requerían la construcción de paredes de piedra de 90 cm de ancho y 4,90 de altura entre edificaciones, con el objetivo de ser barreras corta-fuegos. Pero no fue hasta la revolución industrial en Gran Bretaña en el siglo XVIII y más tarde en los EE.UU. en el siglo XIX, cuando se cambia la cara de la ingeniería de protección contra incendios. En esas épocas, se inicia la construcción de fábricas de pisos múltiples, bodegas de gran tamaño, edificios altos y procesos industriales muy riesgosos, los cuales hacen evidente el desarrollo de nuevas tecnologías de protección contra incendios. Fue en el noroeste de EE.UU., a finales del Siglo XIX, luego de varios espectaculares incendios que nace la NFPA, los seguros contra incendios y la ingeniería moderna en protección contra incendios.

El libro al que me refería inicialmente viene dedicado a la memoria del ingeniero Rolf H. Jensen, para quien trabajé durante muchos años y quien es el responsable principal de que el ingeniero de protección contra incendios sea parte integral del equipo de diseño en edificios en Estados Unidos y Canadá. Su logro se ha convertido para mí y para muchos a mi alrededor en un poderoso incentivo de poder lograr, a corto plazo, un cambio similar en los grandes proyectos constructivos de Latinoamérica.

ANEXO IV.

Formulario para Inspección y Mantenimiento de Bombas de Incendio.

Formulario para inspección y mantenimiento de Bombas de incendio				
La información en este formato cubre los requisitos mínimos de la NFPA 25 2011 para bombas de incendio. Puede necesitarse inspección, prueba y mantenimiento más frecuente dependiendo de las condiciones de la ocupación y el suministro de agua.				
Propietario:			Teléf.:	
Dirección del Propietario :				
Propiedad que se evalúa:				
Dirección del Propiedad :				
Fecha de inspección:				
Este Trabajo es (marcar con una X):				
Semanal	Mensual	Trimestral	NFPA 25	
Semestral:	Anual	Formulario No.-		
Todas las preguntas deben contestarse Si, No o No Aplicable (NA)				
Sección del inspector				
Elementos a Inspeccionarse semanalmente				
Equipo de Motor Diésel				
Prueba sin flujo	Si	No	NA	
Verificar nivel y estado del tanque de combustible	Si	No	NA	
Inspección de válvula solenoide	Si	No	NA	
Verificar nivel de aceite Sis. De Lubricación	Si	No	NA	
Inspección del calentador de aceite	Si	No	NA	
Inspección del indicador de temperatura	Si	No	NA	
Revisar nivel de agua del radiador	Si	No	NA	
Inspección de bomba de agua Sis. Enfriamiento	Si	No	NA	
Inspección de mangueras y conexiones flexibles	Si	No	NA	
Revisión de Sis. De escape de Gas	Si	No	NA	
Purga del Condensador	Si	No	NA	
Verificar nivel de electrolitos en baterías	Si	No	NA	
Inspección de casetas de bombas	Si	No	NA	
Elementos a Inspeccionarse mensualmente				
Bomba de motor eléctrico				
Prueba sin flujo	Si	No	NA	
Equipo de Motor Diésel				
Revisión de caja de baterías	Si	No	NA	

Baterías cargadas	Si	No	NA
Revisión del cargador de baterías	Si	No	NA
Revisión de equilibrio de carga entre baterías	Si	No	NA
Sistema Eléctrico			
Ejercitar interruptores y corto circuitos	Si	No	NA
Elementos a Inspeccionar trimestralmente			
Equipo de Motor Diésel			
Limpieza filtro de combustible	Si	No	NA
Limpieza filtro de agua	Si	No	NA
Limpieza del tubo del cárter	Si	No	NA
Revisar terminales de baterías	Si	No	NA
Sistema Eléctrico			
Inspección del cableado	Si	No	NA
Elementos a Inspeccionar semestralmente			
Sistema Eléctrico			
Accionar selectores	Si	No	NA
Accionar pulsadores	Si	No	NA
Accionar interruptores	Si	No	NA
Inspección de cajas, paneles y gabinetes	Si	No	NA
Equipo de Motor Diésel			
Inspeccionar sección flexible del Sis. Escape	Si	No	NA
Verificar nivel de anticongelante Sis. Enfriamiento	Si	No	NA
Elementos a Inspeccionar anuales			
Equipo de Motor Diésel			
Prueba de flujo	Si	No	NA
Cambio de aceite	Si	No	NA
Cambio de filtro de aceite	Si	No	NA
Revisión de tanque de combustible	Si	No	NA
Revisión de tuberías del tanque de combustible	Si	No	NA
Limpieza del tanque de combustible	Si	No	NA
Limpieza interior del radiador	Si	No	NA
Limpieza de terminales de baterías	Si	No	NA
Equipo de Motor Eléctrico			
Prueba de flujo	Si	No	NA
Sistema Eléctrico			
Cambio de lubricante en cojinetes	Si	No	NA
Ajuste de conexiones de cables en tableros de control	Si	No	NA
Inspección de aislamientos en cables	Si	No	NA
Verificar humedad en tableros de control	Si	No	NA
Calibrar presostatos	Si	No	NA
Equipo de Bombas			

Lubricación de cojinetes	Si	No	NA
Alineación en acoples	Si	No	NA
Recalibrar manómetros	Si	No	NA
Limpia filtros de succión (Sistema de Succión negativa)	Si	No	NA
Cambio de lubricante en acoples	Si	No	NA
Comentario: (cualquier respuesta "No" y otros problemas encontrados deben ser detallados en este espacio)			
Información del inspector			
Inspector:			
Firma del Inspector			
Fecha de la próxima inspección:			

ANEXO V.

Formulario para el Mantenimiento Predictivo de Bombas de Incendio

Formulario para el Mantenimiento Predictivo de Bombas de Incendio					
La información en este formato cubre los requisitos mínimos de la NFPA 25 2011 para bombas de incendio.					
Puede necesitarse inspección, prueba y mantenimiento más frecuente dependiendo de las condiciones de la ocupación y el suministro de agua.					
Propietario:			Teléf.:		
Dirección del Propietario :					
Propiedad que se evalúa:					
Dirección del Propiedad :					
Fecha de inspección:					
Este Trabajo es (marcar con una X):					
Todos los literales deben contestarse Si, No					
Sección del inspector					
Equipos	Parámetros a Revisar	Técnica	Seguimiento		Responsable
EQUIPO DE BOMBAS	1._ Vibraciones	Análisis de Vibraciones	SI	NO	
	2._ Ruido	Análisis de Vibraciones	SI	NO	
	3._ Estado de Rodamientos	Análisis de Vibraciones	SI	NO	
	4._ Estado de Alineación	Análisis de Vibraciones	SI	NO	
	5._ Control de Esfuerzos	Análisis de Vibraciones	SI	NO	
	6._ Velocidades Críticas	Análisis de Vibraciones	SI	NO	
	7._ Temperatura de devanados	Análisis por Termografía	SI	NO	
	8._ Estado de lubricantes	Análisis de lubricantes	SI	NO	
CISTERNAS	1._ Corrosion	Inspección Visual	SI	NO	
	2._ Fisuras	Análisis por ultrasonido	SI	NO	
	3.-Estado de Carga	Inspección Visual	SI	NO	
	4.-Desgaste	Análisis por ultrasonido	SI	NO	
	5._ Fugas	Análisis por ultrasonido	SI	NO	
TUBERIAS Y ACCESORIOS	1._ Desgaste	Análisis por ultrasonido	SI	NO	
	2._ Corrosión	Inspección Visual	SI	NO	
	3._ Fugas	Análisis por ultrasonido	SI	NO	
	4._ Fisuras	Análisis por ultrasonido	SI	NO	
PANEL DE CONTROL	1._ Resonancia	Análisis de Vibraciones	SI	NO	
	2._ Estado de Escobillas	Análisis por Termografía	SI	NO	
	3._ Calentamiento	Análisis por Termografía	SI	NO	
Comentarios. (Aquí se hará un reporte acerca de las novedades que se encontraron, las mismas que sirven al personal técnico capacitado para la toma de decisiones)					
INFORMACION DEL RESPONSABLE					
NOMBRE DEL INSPECTOR:					
FIRMA DEL INSPECTOR:					
FECHA DE LA PROXIMA INSPECCION :					

ANEXO VI.

**Ordenanza Municipal N°470.
Regla Técnica (RTQ) 7**

REGLA TÉCNICA
METROPOLITANA

RTQ
7/2015

**Prevención de incendios: Sistemas de
extinción de incendios**



Versión: 3

Vigente
desde:

Código: RTQ 7/2015

PREVENCIÓN DE INCENDIOS: SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

1. Objeto y campo de acción

- 1.1. Esta RTQ determina las normas técnicas sobresistemas de extinción de incendios.
- 1.2. Esta RTQ se aplica en cada ocasión que una regla técnica metropolitana haga referencia a estos sistemas.

2. Reglas de referencia

- 2.1. No se citan otras reglas técnicas de referencia.

3. Términos y definiciones

- 3.1. Para la aplicación de esta RTQ se aplicarán los términos definidos en la RTQ 1 vigente: Reglas técnicas para edificación, en todo lo que fuere pertinente.
- 3.2. En todo lo demás los términos que se empleen se entenderán en su significado común, salvo que el ordenamiento jurídico nacional o metropolitano le hubiese asignado un significado diverso.

4. ASPECTOS GENERALES

- 4.1. Los requisitos de este RTQ serán aplicables para las edificaciones de las RTQ 1 vigente, RTQ2 vigente y los grupos de ocupación definidos en la RTQ 3 vigente y RTQ 4 vigente para la instalación de los sistemas de supresión de incendios en edificaciones.
- 4.2. INSPECCIÓN Y PRUEBA. Todo sistema de supresión de incendio deberá ser inspeccionado y sometido a prueba por parte del instalador, antes de cubrir cualquier parte de éste, para verificar que operará de forma eficiente y no presente fugas, para lo cual deberá presentar los certificados de pruebas de presión o hermeticidad como parte del proceso del control del sistema, además de las pruebas periódicas según lo establece la NFPA.
- 4.3. En el caso de bombas eléctricas se deberán realizar pruebas para determinar al menos: las presiones netas de la bomba y su rango de flujo, el voltaje y corriente del motor de la bomba y su velocidad de rotación. En las bombas impulsadas por motor de combustión interna se deberán realizar además las pruebas de temperatura del agua de enfriamiento (entrada y salida), nivel de aceite, nivel de combustible, nivel del líquido refrigerante, control de la velocidad, carga de las baterías.
- 4.4. Una vez instalado el sistema de supresión de incendio, el propietario o responsable de la edificación deberá realizar periódicamente las inspecciones, pruebas y mantenimientos necesarios, conforme a los requerimientos de la norma NFPA

25 Inspección, Pruebas y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección contra Incendio. Edición 2011.

- 4.5. Al finalizar la instalación del sistema el instalador deberá proporcionar al propietario de la edificación o a su representante designado, toda la documentación del sistema instalado (planos aprobado, memoria técnica aprobada, especificaciones, registros de pruebas, cronograma de mantenimiento, etc.) conforme a la obra, manuales de funcionamiento, manuales de mantenimiento y una secuencia de operación por escrito. Será responsabilidad del propietario resguardar estos documentos durante la vida útil del sistema, mantenerlos disponibles y presentarlos cuando la autoridad competente los solicite.

5. SISTEMAS DE EXTINCIÓN FIJOS

El diseño e instalación de sistemas fijos de extinción se ejecutará conforme las siguientes normas:

TABLA 1

TIPO DE SISTEMA	NORMA
Sistemas de espuma de baja, media y alta expansión	NFPA 11, Norma para espumas de baja, media y alta expansión. Edición 2010.
Sistemas de dióxido de carbono	NFPA 12, Norma sobre sistemas de extinción de Dióxido de Carbono. Edición 2008.
Sistemas de rociadores automáticos	NFPA 13, Normas para la instalación de sistemas de rociadores automáticos. Edición 2010.
Sistemas de tubería vertical y mangueras	NFPA 14, Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras. Edición 2010
Sistemas fijos de aspersores de agua para protección contra incendio.	NFPA 15, Sistemas fijos aspersores para protección contra incendios. Edición 2012.
Sistemas rociadores y pulverizadores de agua espuma	NFPA 16, Norma para la instalación de Sistemas de rociadores de Agua-Espuma y Pulverizadores de Agua-Espuma. Edición 2011.
Sistemas de agentes limpios	NFPA 2001, Estándar sobre Sistemas de Extinción mediante Agentes Limpios. Edición 2012.
Sistemas de hidrantes	NFPA 24, Norma para la instalación de tuberías para

	servicio privado de incendios y sus accesorios. Edición 2013.
Sistemas de agua nebulizada	NFPA 750, Estándar sobre sistemas de protección contra incendio con agua nebulizada. Edición 2006.
Bombas contra incendio	NFPA 20, Norma para la instalación de bombas estacionarias contra incendio, Edición 2013.
Almacenamiento de agua	NFPA 22, Norma para tanques de almacenamiento de agua privados para protección contra incendio. Edición 2008.

6. MEDIOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA ACEPTADOS

Se permite que el abastecimiento del sistema de supresión de incendios sea la misma que abastezca al sistema de agua potable doméstico de la edificación, siempre y cuando la reserva de incendios no pueda ser utilizada por el sistema de agua potable doméstico.

7. DISPONIBILIDAD DE AGUA

- 7.1. Para sistemas de tubería vertical y mangueras la disponibilidad del agua se calculará de acuerdo con lo establecido en la NFPA 14-2010.
- 7.2. Para sistemas de rociadores la disponibilidad de agua se calculará de acuerdo a lo establecido en NFPA 13, Normas para la instalación de sistemas de rociadores automáticos. Edición 2010.
- 7.3. En sistemas combinados, para el cálculo de la disponibilidad de agua requerida, no se sumarán los caudales de cada sistema, sino que se utilizará el mayor caudal de ellos.
- 7.4. Para el resto de sistemas de supresión a base de agua y para los sistemas de supresión que no sean a base de agua, se deberán utilizar los tiempos mínimos de protección recomendados en la respectiva normativa.

8. BOMBAS CONTRA INCENDIO

8.1. ESPECIFICACIONES GENERALES

- 8.2. El sistema, que incluye la bomba y sus auxiliares, el motor impulsor y un controlador, deberá ser seleccionado por el diseñador e instalado según las instrucciones del fabricante.
- 8.3. La unidad completa deberá ser probada en sitio, en cuanto a su funcionamiento, de acuerdo con las disposiciones de la norma NFPA 20 Norma para la instalación de bombas estacionarias contra incendio, Edición 2013.

8.4. Todo sistema hidráulico contra incendios contendrá las siguientes partes:

- (a) Fuente o Suministro de Agua
- (b) Bomba Jockey
- (c) Bomba de incendios principal
- (d) Motores de impulsor de las bombas
- (e) Controlador del motor
- (f) Los demás componentes secundarios: manómetros, válvulas, guardas, tuberías, cimentación, línea de sensor de presión al controlador, medidor de flujo, cabezal de prueba, etc., se deberán seleccionar e instalar de acuerdo con lo establecido en el numeral 5 de esta RTQ.

8.5. FUENTE O SUMINISTRO DE AGUA. Deberá proveerse un suministro confiable en cuanto a cantidad, calidad, presión y disponibilidad de agua a los elementos de supresión de incendio.

8.6. BOMBA JOCKEY. Deberá cumplir con los requisitos siguientes:

- (a) Deberá ser capaz de mantener la presión necesaria que demanda el sistema de protección contra incendios.
- (b) En ningún caso, la bomba contra incendios principal o cuando exista una bomba contra incendios alterna, se podrán utilizar como una bomba presurizadora.
- (c) La bomba jockey deberá tener una capacidad para compensar las fugas normales, en 10 minutos, o 3.8 lt/min (1GPM), lo que sea mayor.
- (d) La presión nominal de la bomba presurizadora debe estar entre un 5% (cinco por ciento) y un 10% (diez por ciento) por encima de la presión de diseño del sistema.

8.7. BOMBA CONTRA INCENDIOS PRINCIPAL. Deberá cumplir con los requisitos siguientes:

- (a) Deberá mantener la presión y el caudal necesario de todo el sistema de protección de incendios según los requerimientos de esta RTQ.
- (b) Las bombas del sistema de protección contra incendios podrán ser impulsadas por motores eléctricos y/o motores de combustión interna tipo Diesel o una combinación de ellos.
- (c) Se deberán emplear bombas listadas para los sistemas de supresión de incendio a base de rociadores. No se requerirá de bombas listadas para el resto de sistemas de supresión de incendios.

8.8. MOTOR IMPULSOR DE LA BOMBA. Deberá cumplir con los requisitos siguientes:

- (a) Los motores de impulsión cumplirán lo establecido en la NFPA 20, Norma para la instalación de bombas estacionarias contra incendio, Edición 2013.

- (b) Los motores deberán estar clasificados para uso en servicio continuo.
- (c) Cuando la energía de la bomba sea accionada por medio de motor eléctrico, se deberá contar con un generador de emergencia y un interruptor de transferencia dedicado para este uso o una bomba contra incendios impulsada por un motor de combustión interna tipo diesel.
- (d) **CONTROLADOR DE LA BOMBA.** Los controladores se seleccionaran en base al tipo de bomba y cumplirán lo establecido en la NFPA 20, Norma para la instalación de bombas estacionarias contra incendio, Edición 2013.

8.9. CASA DE BOMBAS

- (a) La casa de bombas cumplirá lo establecido en la NFPA 20, Norma para la instalación de bombas estacionarias contra incendio, Edición 2013.
- (b) El Cuarto o Casa de Bombas debe poseer suficiente ventilación que evite la acumulación del calor generado por la operación de las bombas.
- (c) El piso deberá tener una pendiente mínima de 1.5 % hacia el drenaje del piso, para permitir que el agua escurra de manera efectiva, lejos de cualquiera de los equipos, tales como: bomba, motor, controlador, etc.

9. LOCALIZACIÓN DE LAS CONEXIONES PARA MANGUERAS

9.1. LOCALIZACIÓN. Para cada sistema de conexión para mangueras, se aplicarán los criterios de localización establecidos en los siguientes numerales.

9.2. SISTEMA CLASE II Y CLASE III. Las conexiones de manguera se ubicarán de modo que todas las partes de cada nivel de piso del edificio estén dentro de 39,7 m de una conexión de manguera. Las distancias debenser medidas a lo largo de la ruta de recorrido originada en la conexión de manguera.

9.3. ALTURA DE LAS CONEXIONES DE MANGUERA. Las conexiones de manguera no deberán ser obstruidas y las llaves deberán estar localizadas a una altura no menor de 0.90 metros y no mayor de 1.5 metros, sobre el nivel del piso.

10. ESTACIONES DE MANGUERA

10.1. Se deberán cumplir los siguientes requisitos en la instalación de las estaciones de manguera:

- (a) Dentro de la estación de manguera, la conexión de la manguera deberá estar a por lo menos 1 pulgada (25 mm), de cualquier parte del gabinete y del manubrio de la válvula, en cualquier posición que ésta se encuentre.
- (b) La estación de manguera se deberá dedicar exclusivamente para el uso de equipos contra incendios, y deberá estar identificado como tal.
- (c) La estación de manguera deberá estar señalizado conforme lo establecido en la NTE-INEN ISO 3864.

- (d) En la estación de manguera se deberá colocar una etiqueta visible que indique las instrucciones de uso de la estación de mangueras.
- (e) Cada conexión de manguera proporcionada para el uso de los ocupantes del edificio (sistemas Clase 2 y Clase 3) deberá estar equipada con una manguera de 1½ pulgadas (38 mm) de diámetro, específica para este uso, con una longitud no mayor de 100 pies (30.5 metros), emplazada para su uso inmediato.
- (f) Las estaciones de manguera ubicadas externamente deberán estar protegidos contra la contarán con su respectiva protección mecánica y contra la corrosión.

11. CONEXIÓN PARA EL CUERPO DE BOMBEROS

- 11.1. Las conexiones deberán ser compatibles con las empleadas por el Cuerpo de Bomberos. Las conexiones deberán ser compatibles con las empleadas por el Cuerpo de Bomberos y cumplir lo establecido en la NFPA 14.
- 11.2. Cada conexión para los bomberos deberá ser de 2½ pulgadas (63.5 mm) y deberá tener un tapón.
- 11.3. La conexión se ubicará en la a una altura entre 50 y 90 cm medidos desde la rasante.

12. REQUISITOS DE FLUJO Y PRESION

- 12.1. PRESIÓN MÍNIMA EN EL SISTEMA. El sistema de mangueras deberá tener la presión mínima indicada en la Tabla 5. La presión mínima deberá estar presente en la conexión hidráulicamente más desfavorable de la instalación.

TABLA 2

PRESIONES MÍNIMAS POR SISTEMA EN CONEXIONES DE MANGUERA

Sistema	Presión Mínima
Clase I y III	100 psi (690 KPa)
Clase II	65 psi (450KPa)

- 12.2. PRESIÓN MÁXIMA EN EL SISTEMA. La presión máxima en el sistema deberá ser controlada según las siguientes disposiciones:

- a) Cuando la presión residual a la salida de una conexión de manguera Clase II exceda 100 psi (690 Kpa), se deberá proveer una válvula reductora de la presión para limitarla presión residual en el flujo a 100 psi (690 Kpa).
- b) Cuando la presión estática en la conexión de manguera exceda 175 psi (1.21 MPa), se deberá proveer un dispositivo reductor de presión para limitar las presiones estática y residual a la salida de la conexión de la manguera a 100 psi (690 Kpa) para Clase II y 175 psi (1.21 Mpa) para Clase I y III. La presión a la entrada del dispositivo

regulador de la presión no deberá exceder a la presión de trabajo del dispositivo.

12.3. FLUJO DE AGUA MÍNIMO. Se deberán cumplir las siguientes disposiciones sobre el flujo mínimo de agua para las conexiones de manguera, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) **SISTEMAS CLASE I Y III.** El flujo mínimo de agua para la conexión de manguera hidráulicamente más desfavorable deberá ser 250 GPM (946.4 l/min).
- (b) **SISTEMAS CLASE II.** El flujo mínimo de agua para la conexión hidráulicamente más desfavorable deberá ser 100 GPM (379 l/min). No se requerirá flujo adicional cuando haya más de una conexión.
- (c) **SISTEMAS COMBINADOS.** En edificios protegidos por rociadores y conexiones de manguera se deberá realizar el respectivo cálculo hidráulico según lo establecido en 7. 3 y 7.4 de esta RTQ.

13. HIDRANTES

13.1. HIDRANTES EXTERIORES. Los hidrantes en el exterior de la propiedad deberán tener la aprobación de la autoridad competente.

13.2. HIDRANTES INTERIORES. Los hidrantes instalados en el interior de la edificación, y que formen parte del sistema de protección contra incendios de la propiedad, deberán tener un suministro confiable de agua.

14. ROCIADORES AUTOMÁTICOS

15. En las ocupaciones donde la instalación de rociadores automáticos sea obligatoria deberán cumplir con las disposiciones de la norma NFPA 13 Normas para la instalación de sistemas de rociadores automáticos. Edición 2010.

16. EXTINTORES PORTATILES

GENERALIDADES

16.1. Los extintores portátiles deberán cumplir lo indicado en la presente RTQ y lo que no esté especificado en cuanto a la selección, instalación, inspección, mantenimiento y prueba de equipos de extinción portátiles la NFPA 10 - 2014.

16.2. REQUISITOS GENERALES. Los extintores manuales deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- (a) Deberán estar totalmente cargados y en condiciones operables, ubicados en todo momento en sus lugares designados cuando no estén siendo utilizados.
- (b) Deberán estar localizados donde sean accesibles y disponibles, de manera inmediata, en el momento del incendio.

- (c) No se deberán obstruir u ocultar a la vista y deberán proveerse los medios para señalar su localización, de manera precisa para evitar confusiones.
- 16.3. CANTIDAD Y CAPACIDAD DE EXTINTORES.** El número mínimo de extintores necesarios y su capacidad deberá determinarse según lo establecido en NFPA 10 - 2014.
- 16.4. LOCALIZACIÓN DEL EXTINTOR.** Los extintores con un peso bruto no mayor de 40 libras (18.14 Kg) se deberán instalar de tal forma que su parte superior no esté a más de 1.50 metros por encima del piso. Los de peso bruto mayor de 40 libras (18.14 Kg), con la excepción de los que tienen ruedas, deberán estar instalados de tal forma que su parte superior no esté a más de 1.00 m., por encima del piso. En ningún caso, la distancia de separación entre el piso y la parte inferior del extintor deberá ser menor de 10 cm.
- 16.5. EXTINTORES EN GABINETES.** Cuando los extintores se encuentran colocados en gabinetes exclusivos para su uso, no deberán estar cerrados con candado o llave.
- 16.6. SOPORTE DEL EXTINTOR.** Los extintores manuales portátiles (excluyendo a los montados sobre ruedas), se deberán instalar sobre un colgador, anclado apropiadamente a la estructura del edificio, conforme a las instrucciones del fabricante y según lo indicado en el numeral 12.4 de esta RTQ.
- 16.7. INSTRUCCIONES PARA EL MANEJO DE EXTINTORES.** Las instrucciones para el manejo deberán de estar colocadas sobre la parte delantera del extintor y visibles, en idioma español de manera clara.
- 16.8.** Se deberá contar con extintores portátiles según el tipo de fuego que se puede presentar por causa de los materiales existentes, de acuerdo a la Tabla 3.

TABLA 3

Tipo de Fuego	Agente de Extinción
Tipo A: Fuegos en materiales combustibles comunes como madera, tela papel, caucho y muchos plásticos.	Polvo Químico Multipropósito
Tipo B: Son los fuegos de líquidos inflamables y combustibles, grasas de petróleo, alquitrán, bases de aceite para pinturas, solventes, lacas, alcoholes y gases inflamables.	Polvo Químico Multipropósito
Tipo C: Incendios en sitios que involucran equipos eléctricos energizados.	Polvo Químico Multipropósito, Dióxido de Carbono o Agentes limpios

Versión: 3

10

Tipo D: Fuegos en metales combustibles como Magnesio, Titanio, Circonio, Sodio, Litio y Potasio.	Polvo Seco
Tipo K: Fuegos en aparatos de cocina que involucren sustancias combustibles para cocción: grasas y aceites.	Químico Húmedo o Químico Multipropósito

- 16.9.** No se podrá utilizar como medida sustitutiva a un sistema automático de supresión de incendios, la instalación de gran cantidad de extintores manuales.

ANEXO VII.

Tablas de cedula 10 y Cedula 40 para aspersores

+

Especificaciones de cédula 10

NPS	Díam. ext. nominal		D.I. nominal		Pared nominal		Peso nominal		UL	Partes
	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	lbs./pies	kg/m	CRR*	Elev.
1 1/4"	1,660	42,2	1,442	36,6	0,109	2,77	1,81	2,69	7,3	61
1 1/2"	1,900	48,3	1,682	42,7	0,109	2,77	2,09	3,11	5,8	61
2"	2,375	60,3	2,157	54,8	0,109	2,77	2,64	3,93	4,7	37
2 1/2"	2,875	73,0	2,635	66,9	0,120	3,05	3,53	5,26	3,5	30
3"	3,500	88,9	3,260	82,8	0,120	3,05	4,34	6,46	2,6	19
4"	4,500	114,3	4,260	108,2	0,120	3,05	5,62	8,37	1,6	19
5"	5,563	141,3	5,295	134,5	0,134	3,40	7,78	11,58	1,5	13
6"	6,625	168,3	6,357	161,5	0,134	3,40	9,30	13,85	1,0	10
8"	8,625	219,1	8,249	209,5	0,188	4,78	16,96	25,26	2,1	7

* Cálculo realizado mediante la fórmula de CRR de la norma UL, Directorio UL de protección contra incendios, Categoría VIZY.

* CRR es un valor de relación utilizado para medir la capacidad de resistencia de una tubería a la corrosión. La tubería de acero cédula 40 roscada se usa como punto de referencia (valor de 1.0).

Especificaciones de cédula 40

NPS	Díam. ext. nominal		D.I. nominal		Pared nominal		Peso nominal		UL	Partes
	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	lbs./pies	kg/m	CRR*	Elev.
1"	1,315	33,4	1,049	26,6	0,133	3,38	1,68	2,50	1,00	70
1 1/4"	1,660	42,2	1,380	35,1	0,140	3,56	2,27	3,39	1,00	51
1 1/2"	1,900	48,3	1,610	40,9	0,145	3,68	2,72	4,05	1,00	44
2"	2,375	60,3	2,067	52,5	0,154	3,91	3,66	5,45	1,00	30

* Cálculo realizado mediante la fórmula de CRR de la norma UL, Directorio UL de protección contra incendios, Categoría VIZY.

* CRR es un valor de relación utilizado para medir la capacidad de resistencia de una tubería a la corrosión. La tubería de acero cédula 40 roscada se usa como punto de referencia (valor de 1.0).