



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INSPECCION PRUEBAS Y
MANTENIMIENTO PARA EQUIPO DE BOMBEO
UTILIZADO CONTRA INCENDIO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA MECANICA)

P R E S E N T A

OSCAR AMAURY MARTINEZ PIÑA

FACULTAD DE
INGENIERIA



U N A M

DIRECTOR DE TESIS:

ING. GUSTAVO VALERIANO BARRIENTOS

MEXICO, D. F.

2002



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**TRABAJO QUE SE DESARROLLO EN LA FACULTAD
DE INGENIERIA DE LA UNAM**

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Ing. Ubaldo Eduardo Márquez Amador

Vocal: Ing. Gustavo Valeriano Barrientos

Secretario: Dr. Saúl Santillán Gutiérrez

1^{er} Suplente: Ing. Alvaro Ayala Ruíz

2^o Suplente: Ing. Hector Raúl Mejía Ramírez

ASESOR:

Ing. Gustavo Valeriano Barrientos

SUSTENTANTE:

Oscar Amaury Martínez Piña

En una palabra a la vida y a quienes me la dieron a ustedes María de Jesús y Carlos.

A mi Diana por quién es y será.

A mis Hermanitas: Guadalupe, Noemi y Jaqueline.

A mis grandes Amigos.

INDICE

Introducción	2
I. Antecedentes.	3
I.1 Descripción del comportamiento del fuego e importancia del equipo utilizado contra incendio.	5
I.2 Descripción del equipo de bombeo utilizado contra incendio.	13
I.2.1. Verificación del equipo de bombeo.	19
I.2.2. Características generales del equipo de bombeo contra incendio.	19
I.2.3. Aplicaciones de las bombas centrífugas.	20
I.2.4. Tuberías.	21
I.2.5. Hidrantes.	21
I.2.6. Reserva de agua exclusiva contra incendio.	22
II.- Elaboración del programa de inspección y pruebas para el equipo de bombeo contra incendio.	25
II.1 Inspección física semanal, formatos para registrar actividades preventivas y programa de frecuencia anual de mantenimiento.	28
II.2 Pruebas de arranque.	36
II.2.1. Prueba de baja presión a la bomba jockey.	38
II.2.2. Pruebas a la bomba principal contra incendio accionada por motor eléctrico.	39
II.2.3. Pruebas a la bomba accionada por motor de combustión interna.	40
II.3. Pruebas complementarias.	42
II.3.1. Prueba de alarma remota.	42
II.3.2. Prueba de las líneas de inspector.	42
II.3.3. Prueba de la alarma Riser.	42
III. Programa de inspección y pruebas de rendimiento al equipo de bombeo contra incendio.	48
III.1. Pruebas de eficiencia para bombas contra incendio.	49
III.1.1. Elementos y presiones a medir.	50
III.1.2. Instrumental de medición.	52
III.2. Pruebas de flujo para bombas contra incendio.	55
III.2.1. Prueba de flujo para bomba accionada por motor eléctrico.	56
III.2.2. Prueba de flujo para bomba accionada por motor de combustión interna.	60
III.2.3. Registro de datos.	63
III.2.4. Análisis de fallas.	68
IV. Conclusiones.	70
V. Recomendaciones.	72
VI. Anexos.	73
VI.1. Anexo I "Propiedades del Agua".	73
VI.2. Anexo II "Requerimientos de abastecimiento de agua".	75
VI.3. Anexo III "El mantenimiento en la organización de la empresa".	79
Bibliografía.	85

Introducción

Este trabajo presenta los elementos mínimos para desarrollar un programa de diagnóstico y mantenimiento preventivo para equipos de bombeo de una red hidráulica utilizada contra incendios.

Se pretende garantizar a través de este programa de mantenimiento el funcionamiento oportuno y eficiente de un sistema utilizado contra incendio el cual a su vez utiliza equipos de bombeo.

Un programa de mantenimiento preventivo efectivo garantiza el funcionamiento de este sistema de combate de incendios.

Las actividades aquí propuestas son dos tipos de pruebas preventivas, las primeras son para verificar el arranque y estado físico de los componentes del equipo de bombeo, la restante es para garantizar la eficiencia de estos equipos. Dado que un sistema de protecciones contra incendio se forma por varios elementos, tales como tuberías, hidrantes y reserva de agua, se incluye la revisión de los mismos.

Gran parte de las actividades señaladas en este trabajo se resumen en la requisición de datos en las tablas propuestas, las cuales son de lectura simplificada para facilitar la tarea.

Con los datos registrados en las tablas respectivas, se integrará la información que permitirá observar el estado de los componentes del sistema contra incendio y así se tendrán elementos para tomar decisiones respecto al mantenimiento de estos equipos.

Con la adaptación del presente trabajo en programas preventivos de mantenimiento para equipos de bombeo se pretende disminuir las pérdidas humanas y materiales en caso de un incendio, al garantizar la operación de los equipos hidráulicos contra incendio.

I. Antecedentes.

El fuego ha acompañado y servido al hombre desde la prehistoria. Al extenderse el hábitat del hombre fuera de las cavernas, se amplió el campo de aplicación del fuego y, consiguientemente, la necesidad de atenderlo y dominarlo como fenómeno, sin embargo, hasta hoy, el dominio que el hombre tiene sobre el fuego dista mucho de ser perfecto y su comprensión del mismo es limitada.

Son muchos los aspectos de la vida en la que participa el fuego. Sus aplicaciones van mucho más allá de la necesidad de disponer de alimentos cocinados o de calefacción.

El fuego no ha dejado de cobrar un tributo a la sociedad; medido en pérdidas humanas y materiales.

El control del fuego en muchas ocasiones no reside en la falta de tecnología o de medios disponibles, sino más bien en la actitud de organización, en aspectos económicos, comerciales y de legislación.

Muchas personas no consideran que el fuego sea una grave amenaza personal, aunque tengan conciencia de que el peligro existe, no suelen referirlo a sí mismas y raramente lo refieren a otras. Para la mayor parte de las personas, el incendio es una posibilidad remota para incitar a una respuesta activa; la actitud apática resultante disminuye el éxito de la educación preventiva y obstruye la aplicación práctica de los conocimientos que se poseen sobre los medios de protección.

Aplicar la tecnología de protección contra incendios para salvaguardar vidas y bienes exige una inversión dedicada a la seguridad. Muy a menudo parece más atractivo aceptar el riesgo calculado que invertir fondos importantes en instalaciones de protección, sobre todo, cuando las consecuencias desagradables de un incendio pueden mitigarse sustancialmente a través de la contratación de un Seguro.

La experiencia demuestra que en México no existe una cultura de prevención de riesgos, la incertidumbre de que el fuego se produzca o no, es una fuerte tentación para arriesgarse y, consecuentemente para prescindir de una costosa inversión en equipo de

protección contra incendio o invertir en el mantenimiento rutinario de los equipos ya instalados. Estos hechos conducen a tomar decisiones comerciales que en muchos casos ocasionan importantes pérdidas de vidas y bienes, que habrían podido evitarse si hubieran realizado acciones.

A pesar de las grandes pérdidas ocasionadas por incendios, aún no se tiene verdadera conciencia de esta situación.

En México la mayor parte de los siniestros y sus catastróficas pérdidas tienen como factor común la falta de mantenimiento a las instalaciones de producción y equipos de combate de incendios, por lo que es necesario contar con programas efectivos de mantenimiento, delegar autoridad responsable y capacitar al personal operativo para reducir la incidencia de siniestros y/o minimizar las consecuencias.

Para evaluar el daño económico en México por perdidas a causa de incendios, se cita el comportamiento de ingresos y pérdidas en el sector financiero de los Seguros por el concepto de pago de primas por la cobertura de Incendio según la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) para los años 2000 y 2001, reportó por el concepto de ingresos a \$3,132,626,000 y \$3,795,935,000 respectivamente, así mismo los reclamos por siniestros fueron de \$1,724,823,876 y \$2,479,884,336.

El crecimiento anual en estos dos años por pago de primas fue del 21%, en tanto que el crecimiento de un año a otro por el pago de reclamos o siniestros ascendió un 43.78%.

Es importante considerar que estas pérdidas sólo representan daños a propiedades que contaban con la cobertura de un seguro, por otro lado estas cifras indican la carencia de instalaciones de protecciones contra incendio o bien del deficiente mantenimiento y/o operación, por lo que a través de ejecutar las tareas de mantenimiento propuestas en el presente trabajo, se pretende una aportación que sea en beneficio para disminuir o evitar pérdidas, entre otras del tipo económico.

1.1 Descripción del comportamiento del fuego e importancia del equipo utilizado contra incendio.

Para conocer como controlar un incendio antes de su ocurrencia y durante el mismo se hace necesario conocer su comportamiento

Un incendio o fuego sin control es un fuego que se desarrolla en el tiempo y el espacio, este debido a la velocidad de propagación, demanda conocer su desarrollo y la manera de combatirlo ya que como se ha mencionado, puede traer pérdidas humanas y materiales.

El fuego es una reacción química que consiste en la oxidación violenta de materia combustible, se manifiesta con desprendimientos de luz, calor, humos y gases.

El fuego es una reacción de oxidación-reducción¹ y dependiendo de la velocidad de reacción se tiene:

1. Oxidación extremadamente lenta, como el caso del papel que con el tiempo se torna de color amarillo.
2. Oxidación lenta, como la oxidación de metales.
3. Oxidación suficientemente rápida, en esta existe emisión de luz, gases o humos.
4. Oxidación muy rápida en esta existe una deflagración o explosión violenta.
5. Oxidación más que rápida en la que existe una detonación.

Para que se produzca un fuego es necesaria la unión de tres elementos:

- Material combustible (por ejemplo: Madera, tela, papel, etc.)

¹ NFPA / Principios del fuego 2-6

- Comburente (aire u oxígeno)
- Energía de activación o fuente de calor (por ejemplo: chispa producida en un cortocircuito, colilla de cigarro, lampara o foco, chispa de esmeril o soldaduras, cerillo, etc.)

Estos tres últimos elementos se aceptan con propósitos didácticos y forman el término de triángulo del fuego¹, si alguno de los elementos mencionados llega a faltar, se impide la producción del fuego, esto es importante tenerlo en cuenta, porque para combatirlo será necesario eliminar por lo menos un elemento. Este concepto sirve también para establecer los métodos de prevención de incendios que se basan en eliminar un elemento.

La legislación Mexicana² clasifica al fuego en cuatro clases:

- Fuego clase "A": son los fuegos de materiales sólidos de tipo orgánico, cuya combustión tiene lugar normalmente con formación de brasas, como madera, telas, papel, hule, plásticos y similares.
- Fuego clase "B": Son los fuegos en los que intervienen líquidos y gases combustibles.
- Fuego clase "C": Son los fuegos en los que intervienen equipos eléctricos energizados en donde es de importancia la no conductividad eléctrica del agente extintor. Cuando el equipo eléctrico no tenga carga, los extintores para clase "A" y "B" se pueden utilizar con seguridad.
- Fuego clase "D": Son los fuegos en los que intervienen ciertos materiales como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.

La reacción de oxidación presente en el fuego es exotérmica, es decir, que uno de los productos de la reacción es el calor. Para que se produzca una reacción de oxidación

² NORMA Oficial Mexicana NOM-105-STPS-1994, Seguridad-Tecnología del Fuego-Terminología.

deben estar presentes un material combustible y un material oxidante. Los combustibles incluyen innumerables materias que no se encuentran en su estado de máxima oxidación. El que un material dado pueda o no aumentar su grado de oxidación depende de su composición química o se puede considerar que cualquier material que conste principalmente de carbón, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno puede oxidarse. La mayor parte de las materias orgánicas sólidas combustibles, de los líquidos y gases inflamables contienen altos porcentajes de carbono y de hidrógeno.

El aire es la materia oxidante más importante, el cual se compone aproximadamente de una quinta parte de oxígeno y cuatro quintas partes de nitrógeno. Algunos productos químicos que emiten fácilmente oxígeno bajo condiciones favorables, como el Nitrato de Sodio (NaNO_3) y el Clorato de Potasio (KClO_3), se encuentran entre los agentes oxidantes menos comunes. Algunas materias combustibles tales como la Piroxilina Plástica, contienen oxígeno combinado en sus moléculas, de tal modo que su combustión puede realizarse sin necesidad de aporte exterior de oxígeno.

Un incendio es una reacción química bastante más complicada que la que se explica por el término triángulo de fuego, aceptado con propósitos de simplificación didáctica. En realidad, al elevarse las temperaturas por encima del ambiente, aparece la pirólisis, (descomposición química de la materia por la acción del calor). La pirólisis sigue los siguientes mecanismos siguiendo como ejemplo el proceso de descomposición de la madera.

1. La descomposición inicial de la madera emite lentamente ciertos gases entre los que se incluye vapor de agua. Los componentes combustibles de estos gases aumentan durante las primeras etapas, al principio, la superficie de la madera resulta atacada y a continuación, al sucederse el proceso de carbonización, la reacción profundiza más en el material.
2. La evolución de los gases continúa, y si se alcanza la energía de mínima ignición, se inflaman cuando se alcanza su límite mínimo de inflamabilidad, a la temperatura en la que sucede la inflamación, el equilibrio químico pasa a ser de endotérmico a exotérmico, ya la reacción se autoabastece de la energía necesaria.

3. A la temperatura de ignición, los gases emitidos al principio son demasiado ricos en dióxido de carbono (CO_2) y en vapor de agua (H_2O) para mantener la llama por tiempo suficiente. Sin embargo, el calor de la llama inicia una serie de reacciones de pirólisis (descomposición química irreversible de un material, debido exclusivamente al calor, generalmente en ausencia de oxígeno) secundaria y la combustión por llama sucede enteramente en la fase de vapor destilado. La emisión de gases puede ser lo suficientemente rápida para cubrir la superficie de la madera, dejando fuera al aire e impidiendo que el carbón arda, retardando así la penetración del calor y demorando el avance de las temperaturas de ignición al interior de la madera. Al continuar aumentando la temperatura, el carbón entra en el estado de incandescencia y el aire que absorbe aumenta la combustión.

Al inicio de una reacción de pirólisis, debe tenerse en cuenta la posibilidad de que se establezca o no un equilibrio energético negativo en la misma. Si el calor se emite en forma concentrada y en cantidad suficiente para mantener la reacción de oxidación, y si se genera más calor del que se pierde por medio de la conducción, la convección o la radiación, se crea un equilibrio energético positivo. Sin embargo, si todo el calor generado, o parte de él, se pierde (como le ocurre a la llama de un cerillo ante un fuerte viento), existe un balance energético negativo y el fuego se apaga. Al mismo tiempo puede existir un efecto llamado de realimentación, esta última consiste en que parte del calor generado se aplica al calentamiento de materiales adyacentes, lo que constituye la preparación para su combustión, produciéndose a su vez en dicho material, la pirólisis. Si esta realimentación fuese insuficiente, el fuego se apagaría.

Además del calor generado durante la pirólisis, el agente oxidante es otro factor que determina la posibilidad de que la ignición y posterior combustión ocurran. En casi todos los materiales parece haber una concentración mínima de agentes oxidantes por debajo de la cual la combustión no puede tener lugar. Los combustibles sólidos, tales como el nitrato de celulosa, que contienen oxígeno propio en las moléculas que lo constituyen, son una excepción a esta regla. El oxígeno de las moléculas puede liberarse por el calor aunque la cantidad de aire sea mínima o no exista. Debe tenerse en cuenta que no es necesaria la presencia del aire para que exista una reacción de pirólisis. Un ejemplo

válido podría ser el de la mínima provisión de aire de los hornos de coquizado, donde la madera se reduce a coque o a carbón de leña.

En general se considera que la técnica de protección contra el fuego se apoya en las siguientes condiciones:

1. Para que exista combustión es esencial un agente oxidante, una materia combustible y una fuente de ignición (Fig. 1.1 Triángulo del fuego)
2. Antes de que arda, el material combustible debe calentarse hasta que alcance su temperatura de ignición.
3. La combustión continúa hasta que:
 - El material combustible se consume o es apartado de la fuente de calor.
 - La concentración de agente oxidante se reduce por debajo de la concentración necesaria para eliminar la combustión.
 - El material combustible es enfriado por debajo de su temperatura de ignición.
 - Las llamas son inhibidas químicamente.

En general los métodos de extinción se basan en eliminar un elemento del triángulo del fuego y los más usuales son:

- **Enfriamiento:** consiste en reducir la temperatura a través del enfriamiento al entrar en contacto con el fuego otro elemento.
- **Sofocación:** se reduce el oxígeno, buscando cubrir la superficie del material en combustión con alguna sustancia no combustible como arena, agua ligera o espuma.

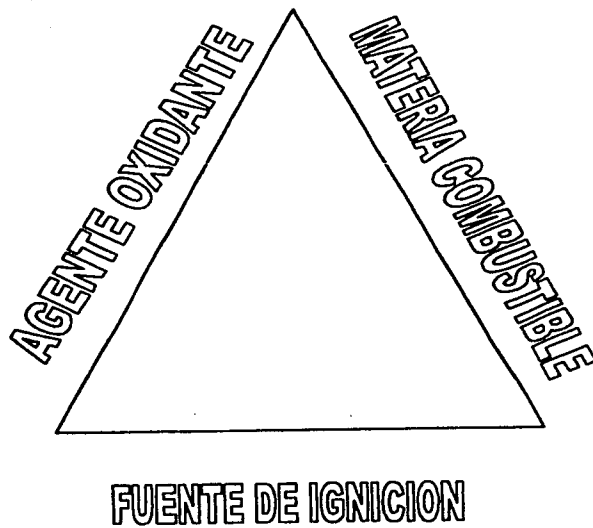


FIGURA 1.1. Triángulo del fuego

- **Separación:** se hace al apartar el material combustible del sitio donde se localiza el incendio.

Las circunstancias que permiten que un fuego se desarrolle y convierta en un incendio catastrófico se clasifica en tres grupos:

1. Defectos del tipo constructivo de edificaciones.
2. Manipulación o almacenamiento indebido de materiales combustibles.
3. Defectos del equipo contra incendio por falta de mantenimiento.

El punto tres está directamente relacionado con el objeto de este trabajo ya que como los sistemas contra incendio se usan en caso de emergencia, por tal, su operación y mantenimiento según la experiencia de siniestros, no es el adecuado.

Los principales sistemas o equipos contra incendio o cuando ya se inició el fuego y son:

- Hidrantes
- Rociadores
- Sistemas de inundación total

El equipo más usado en México en el sector industrial es el constituido por hidrantes³ equipados con mangueras de 1.5, 2 y 2.5 pulgadas de diámetro y 30 ó 15 metros de largo. Dada la importancia de este sistema, en el presente trabajo se da especial cuidado al mantenimiento del equipo de bombeo de estos, también se exponen algunos elementos relevantes de diseño.

La principal ventaja de estos equipos es que es un medio fácil y rápido de obtener chorros de agua para extinción de incendios. (Ver anexo I "Propiedades del Agua")

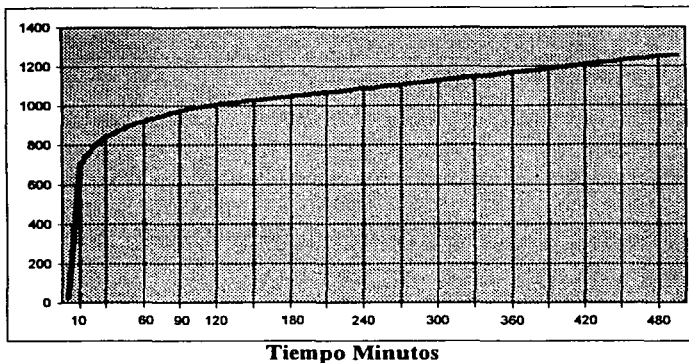
³ Hidrante: elemento usado contra incendio provisto de manguera, boquilla y llave de control, se guarda normalmente en un gabinete.

Independientemente al uso mayoritario de hidrantes, existen los Rociadores Automáticos que son otros elementos para combatir incendios, inclusive más efectivos, ya que combaten al fuego localmente al detectar incrementos de temperatura rompen un fusible previamente calibrado y este permite el chorro del agua en el sitio, lo que reduce daños por derrame excesivo de agua y lo más importante es que ataca el conato de incendio (en sus orígenes). Ambos equipos suministran agua a través de equipos de bombeo y he aquí la importancia del funcionamiento oportuno y eficiente de estos equipos.

La atención oportuna de un incendio es primordial para la disminución de pérdidas como se aprecia en la Gráfica 1.1. de comportamiento de un incendio en un local con material combustible, en la que se relaciona el tiempo contra el incremento de temperatura, en esta se observa como al inicio del incendio o conato es posible combatirlo fácilmente dada la baja temperatura inicial y la resistencia de los elementos constructivos, sin embargo existe un periodo en el que la temperatura se incrementa considerablemente en un corto periodo, limitando el combate del fuego, este tiempo de disparo súbito se estima entre 6 y 10 minutos (según investigaciones realizadas por la empresa de venta e investigación de Seguros, MÜNCHENER). Esta situación se combina con la deformación de los elementos estructurales de los edificios, lo que impide el acceso y expone la vida de las personas que combaten el incendio.

Lo anterior da idea de los requisitos que debe satisfacer el equipo contra incendio, estos requisitos son el funcionamiento confiable y la importancia de la eficiencia de estos, por lo tanto se asume la importancia de realizar un programa de inspección, pruebas y mantenimiento.

T °C



GRAFICA 1.1. Comportamiento del fuego (temperatura-tiempo) en un local con material combustible.(Fuente: Empresa Muenchener de México)

1.2 Descripción del equipo de bombeo utilizado contra incendio.

El sistema de bombeo para protección contra incendios, tiene como única función abastecer de agua a presión a la red o tuberías de incendio, en el momento en que una válvula de los hidrantes o rociadores sea abierta. Para garantizar el suministro mencionado anteriormente se cuenta básicamente con dos Bombas Principales y una de Apoyo como se muestra en la Fig. 1.2 (Esquema general de un arreglo de equipos de bombeo utilizados contra incendio).

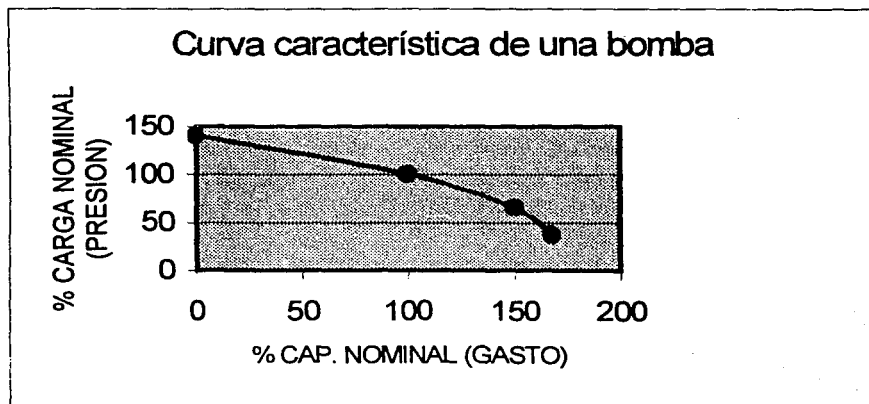
De las dos bombas principales una se acciona por medio de un motor eléctrico y la otra por un motor de combustión interna (Diesel o de Gasolina).

La bomba eléctrica de apoyo denominada "Jockey", mantiene la presión en la red en caso de demanda de un gasto mínimo de agua o de un bajo diferencial de presión, así mismo

permite alargar la vida útil de los equipos restantes ya que evita el arranque continuo de estos equipos.

La selección de bombas se lleva a cabo con base al volumen y presión de agua requeridos. La condición mínima que debe reunir una bomba utilizada para el servicio de hidrantes contra incendio es que pueda abastecer a toda su capacidad a dos de las mangueras de la red que operen bajo condiciones menos favorables (más alejadas del equipo de bombeo) además si se acciona una tercera manguera, la presión de operación no debe ser menor al 65% de la presión nominal, en las tres mangueras que se encuentren operando. El segundo tipo de pruebas propuesto en este trabajo evalúa que se cumplan estas condiciones.

En la gráfica 1.2 (Relación caudal-presión) se muestra como se comporta una bomba bajo diferentes condiciones de demanda. En ella se aprecia que al 140% de la presión nominal el caudal es muy bajo



GRAFICA 1.2. Relación Caudal-Presión.

Otros elementos importantes de una red hidráulica contra incendio son los almacenamientos de agua exclusivos para el combate de incendios (Ver anexo II "Requerimientos de Abastecimiento de Agua"), las tuberías de distribución, las tomas de hidrantes con sus respectivas mangueras y en su caso rociadores automáticos.

Las bombas contra incendio funcionan por grados de presión requerida o demandada en la red, primero se acciona con un motor eléctrico de baja capacidad esta es una bomba de menor capacidad y se denomina Jockey, en caso de que el sistema demande más presión y gasto entra en función la bomba de mayor capacidad accionada por motor eléctrico y por ultimo al seguir esta demanda entra en operación la bomba accionada por motor de combustión interna; sin embargo existen sistemas contra incendio en donde no se cuenta con la bomba de combustión interna, debido a que existen equipos alternos, como es el caso de tanques elevados y/o plantas eléctricas de emergencia, por lo que la bomba accionada por motor eléctrico garantiza la operación continua en caso de requerir su uso. Al no existir la planta de emergencia se justifica la instalación del equipo accionado por motor de combustión interna, considerando además que ante un incendio el suministro eléctrico se suspenda por normas de seguridad o por daños a las instalaciones de distribución.

En general y a efecto de garantizar el arranque u operación en cualquier momento, los equipos de bombeo cuentan con dos tipos de arranque: manual y automático, esta combinación garantiza el accionamiento incluso no existiendo personal que conozca el equipo de protección contra incendios. Este arreglo esquemático se muestra en la figura siguiente:

Cuando en algún sitio, espacio común o industria en plena actividad resultan afectados por el fuego y sus procesos o equipos sufren daños, se producen graves alteraciones en el curso normal de los negocios o la vida cotidiana, que pueden producir uno o varios de los siguientes resultados independientemente de la pérdida de vidas humanas.

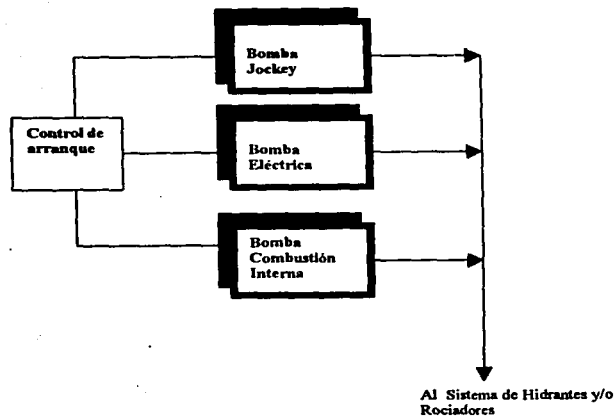


FIGURA 1.2 Esquema general de un arreglo de equipos de bombeo utilizados contra incendio.

1.- Pérdidas comerciales debidas al fuego.

- a) Pérdida de clientes
- b) Pérdida de rentabilidad del capital invertido
- c) Pérdida de beneficios por venta de mercancías terminadas
- d) Pérdida de confianza de los accionistas
- e) Pérdida de la confianza por partes de los clientes
- f) Pérdida de reputación frente a los clientes, empleados y frente a la comunidad
- g) Pérdida del personal entrenado, que abandona el empleo
- h) Costo que entraña la manutención del personal clave durante el tiempo que el negocio permanece cerrado o pago de las primas respectivas de seguro

- i) Pérdida de servicios productivos del personal clave que se retiene mientras continúa el cierre forzoso
- j) Embargo de los pagos del seguro de incendio o por otros acreedores impacientes
- k) Gastos de sustitución excesivos debidos a pago de horas extras, a la imposibilidad de comprar en el momento más conveniente para el comprador
- l) Gastos de demolición y remoción de escombros
- m) Gastos para sustituir edificios y equipos depreciados por las instalaciones nuevas
- n) Continuación del pago de gastos fijos durante el tiempo de cierre
- o) Gastos por alquiler de instalaciones, edificios o locales provisionales
- p) Pérdidas de plantillas, moldes, archivos valiosos y otros artículos irremplazables
- q) Pérdida de beneficios por no utilizar patentes y marcas registradas durante el cierre
- r) Pérdida del valor de la publicidad realizada anteriormente al incendio
- s) Incapacidad de defenderse contra reclamaciones indebidas a causa de la pérdida de archivos como el pago de impuestos
- t) Pérdida de ingresos por pago de alquiler de inquilinos

2.- Pérdidas para la colectividad

- a) Pérdida de la circulación de los sueldos de los empleados
- b) Aumenta el costo de las prestaciones sociales y de desempleo
- c) Pérdida de volumen de negocios por parte de los suministradores de materias primas y de quienes proporcionan otros servicios a la instalación que ha sufrido daños por el incendio.
- d) Pérdidas en el mercado laboral
- e) Pérdida de percepción de impuestos sobre la propiedad destruida

En algunos casos especiales un solo incendio puede dañar o gravar seriamente la producción de toda una rama industrial o comunidad, por ejemplo: una telefónica, una planta generadora de energía eléctrica, una planta de tratamiento de agua potable.

Sin embargo estos daños pueden minimizarse ya que como se ha expuesto la atención oportuna o combate de un conato de incendio es elemental en conjunto con el buen funcionamiento de los equipos de combate de incendios.

La falta de inspección y pruebas así como una metodología inadecuada para los equipos de bombeo utilizados en sistemas contra incendio, llegan a ser una práctica común dentro de los programas de mantenimiento de las empresas.

La experiencia histórica de siniestros por incendio nos dicta que estos pudieron ser controlados oportunamente, sin embargo, la falta de operación de los equipos destinados al combate, en particular los equipos de bombeo, no operaron o funcionaron con deficiencias. Para que un equipo sea eficiente debe operar instantáneamente y con capacidad de acuerdo al grado de riesgo que enfrente.

Los equipos de bombeo contra incendio se especifican para funcionar bajo condiciones de alta demanda, sin embargo, al paso del tiempo y debido a condiciones de desgaste y operación, estos pierden su eficiencia; por lo que resulta indispensable medir su rendimiento así como probar el arranque oportuno de los equipos.

Al realizar acciones de mantenimiento bajo la metodología que aquí se propone, se pretende disminuir la pérdida de los recursos humanos y materiales que pudieran exponerse en caso de un incendio y la continuidad de las actividades normales, llegando a ser esta actividad una buena práctica de ingeniería, extendiéndose esta situación a edificaciones que tengan algún sistema de protección contra incendio accionado por equipos de bombeo.

I.2.1. Verificación del equipo de bombeo.

La selección de bombas se lleva a cabo con base al volumen y presión de agua necesarios.

La condición mínima que debe reunir una bomba utilizada para el servicio de hidrantes, es que pueda sostener a las dos mangueras más distantes al equipo de bombeo o a las más altas operando simultáneamente a toda su capacidad y que si se acciona una tercer manguera, la presión de operación no sea menor al 65% de la presión normal, en las tres mangueras que se encuentran operando.

El sistema típico consta de tres bombas, una de ellas como ya se mencionó se utiliza para mantener la presión (jockey); los equipos principales son dos bombas, una accionada por motor eléctrico y la otra por un motor de combustión interna. Se requiere que una de las bombas principales sea de operación automática, generalmente es la accionada por motor eléctrico.

I.2.2. Características generales del equipo de bombeo contra incendio.

Existen dos grandes categorías de Bombas: Centrífugas y de Desplazamiento Positivo. En las primeras, se genera un diferencial de presión por efecto dinámico debido a la rotación del fluido impartida por un impulsor. Así, se establece un gradiente de presión en la dirección radial resultante del campo de fuerzas centrífugas distribuidas en el líquido. Cabe mencionar que las bombas de flujo axial, o de hélice ("Propeller"), se clasifican generalmente como centrífugas aunque en ese caso el gradiente de presión se producen en dirección axial por efecto de la reacción entre las aspas de la hélice y el fluido. La presión entregada por las bombas centrífugas depende fuertemente de la velocidad de operación.

En las bombas de desplazamiento positivo la succión y la descarga del fluido se producen por cambios volumétricos de cámaras o espacios confinados. La succión corresponde a un incremento y la descarga a una reducción. El ejemplo que más claramente ilustra esta acción es el de las bombas de pistones. El gasto que entrega una bomba de

desplazamiento positivo en principio es proporcional a la velocidad de operación e independiente de la presión; sin embargo, debido a las fugas internas, dicha relación no se cumple estrictamente.

1.2.3. Aplicaciones de las bombas centrífugas.

Las bombas centrífugas tienen el atractivo de ser muy sencillas y de no tener partes sujetas a rozamiento. Por otro lado deben operar a velocidades relativamente altas para generar suficiente presión lo cual limita su uso al bombeo de fluidos de baja viscosidad como es el caso del agua.

En general se utilizan para presiones bajas menos de 50 metros de columna de agua, aunque en tamaños grandes o bien cuando se incorporan varias etapas se pueden obtener presiones considerablemente mayores.

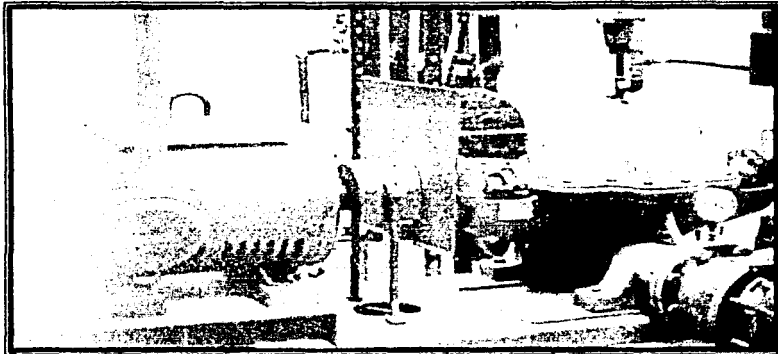


FIGURA 1.3 Bomba centrífuga accionada por motor eléctrico, utilizada contra incendio.

1.2.4. Tuberías.

Son los elementos de conducción del agua, un sistema de tuberías que no sea de tamaño adecuado, puede ser cambiado o agrandado y de este modo mejorar la circulación, recuérdese que entre menor sea el diámetro interno de una tubería, mayores serán las pérdidas por fricción.

Es deseable que quien haga la prueba de flujo debe tener algún conocimiento de pérdidas por fricción en tuberías. Esto le permitirá evaluar factores imprevistos en ciertos sistemas de abastecimiento de agua.

Básicamente la pérdida por fricción tiene estas características:

1. Es proporcional a la longitud de la tubería.
2. Aumenta aproximadamente como el cuadrado del aumento de la velocidad del agua.
3. Se reduce si el diámetro de la tubería aumenta.
4. Es independiente de la presión.
5. Varía de acuerdo a la rugosidad del interior de la tubería (a mayor rugosidad mayor pérdida).

Es inevitable alguna pérdida en la presión debida a la fricción, especialmente donde se colocan largas líneas de hidrantes. Conforme aumenta la longitud de la manguera, la presión de la bomba tendría que ser aumentada.

1.2.5. Hidrantes.

Los hidrantes son equipos fijos contenidos normalmente en un gabinete con puerta de vidrio de 4 mm. Aproximadamente, equipados con mangueras de 30 ó 15 metros de largo, con diámetros internos de 1.5, 2 y 2.4 pulgadas; una válvula, una boquilla o boquedel ajustable. Dentro del gabinete cuentan con una llave para apriete de las conexiones internas.

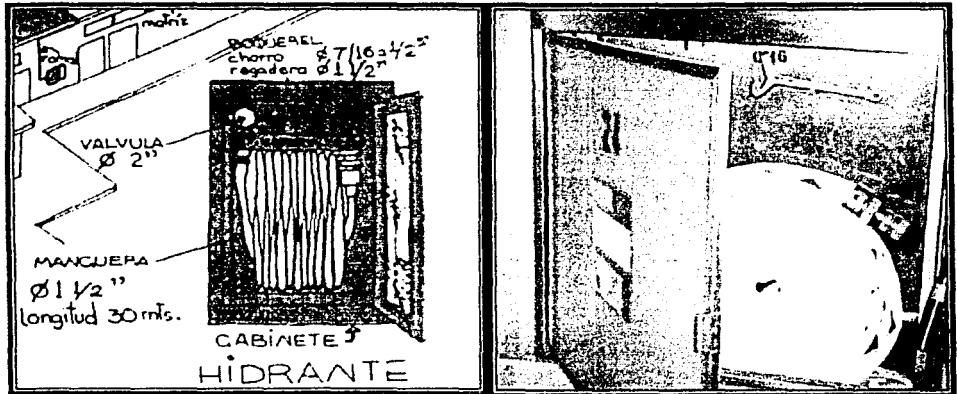


FIGURA 1.4. Hidrante (esquema y fotografía).

1.2.6. Reserva de agua exclusiva contra incendio.

Esta reserva es muy importante, ya que se considera la base para el buen desempeño en caso de combatir un incendio.

La Ley en México a través de la Norma Oficial NOM-002-STPS-2000, considera que el agua destinada para el combate de incendio es de al menos por dos horas a un flujo de 946 litros por minuto ó una dotación de 5 litros por cada metro cuadrado de construcción y almacenamiento mínimo de 20 metros cúbicos.

Las compañías de Seguros en México manejan diversos rangos de acuerdo a las siguientes tablas y equipos utilizados:

DIAMETRO INTERNO DE HIDRANTES (pulgadas)	VOLUMEN DE RESERVA MINIMA DE AGUA (litros)
1.5 (Chicos)	67,200
2 (Medianos)	115,200
2.5 (Grandes)	312,000

TABLA 1.1 Reserva de agua para hidrantes según las compañías de Seguros Mexicanas

Las cantidades anteriores se obtienen considerando la operación continua y simultánea de dos hidrantes por dos horas de operación para dos bombas.

RIESGO CLASE	DURACION MINIMA (minutos)	RESERVA MINIMA (gpm)
Ligero	30-60	(85-162.5) - (170-325)
Ordinario	60-120	(340-650) - (681,300)
Extraordinario	El gasto y presión debe ser fijado para cada riesgo.	Según Cálculo Hidráulico

TABLA 1.2 Reserva de agua para rociadores automáticos según las compañías de Seguros Mexicanas

En caso de contar con los dos sistemas de protección, deberá sumarse las cantidades respectivas de hidrantes y rociadores automáticos.

El NFPA sección 14, define tres clasificaciones para el suministro de agua Clase I, II y III (incrementan de acuerdo al grado de riesgo), para la clase II y III requiere 500 gpm para el primer hidrante y 250 gpm para cada adicional máximo hasta 2,500 gpm; la clase I requiere 100 gpm, todos con una presión residual o a llave cerrada de 65 PSI incluso en el hidrante más desfavorable hidráulicamente.

Algunos factores adicionales que pueden ayudar a decidir si el actual suministro de agua es adecuado:

- 1.- El tipo de **construcción** del edificio en la planta o dentro del área cuyo suministro de agua se prueba.
- 2.- La **exposición interna** de los edificios por la combustibilidad de sus **contenidos**, la rapidez para liberar calor y lo peligroso de sus operaciones.
- 3.- La **afectación** de la planta derivada de edificios **colindantes**.
- 4.- El **tipo y características** (manuales o automáticas) de los equipos de protección contra incendio y suministro de los mismos, fuentes privadas (pozos, cisternas) o públicas (red municipal).

II.- Elaboración del programa de inspección y pruebas para el equipo de bombeo contra incendio.

Dada la importancia para disminuir pérdidas a través del buen funcionamiento del equipo contra incendio logrado por medio de su mantenimiento preventivo, es necesario el desarrollo de un programa.

Para que este programa de mantenimiento sea exitoso deberá establecerse bajo la supervisión de una autoridad en la empresa, esta autoridad asignará funciones a un responsable preferentemente que pertenezca al departamento de mantenimiento o conservación, este encargado asumirá las tareas propuestas y finalmente se someterá a evaluación.

Las actividades propuestas por el programa deberán hacerse por personal que conozca los equipos, procedimientos y objetivos, estas actividades se dividen principalmente en: pruebas de arranque y pruebas de eficiencia de los equipos de bombeo.

Este planteamiento que puede convertirse en norma para la generación de programas preventivos de equipos de bombeo para redes contra incendio, se aprecia en el Diagrama 2.1. en el que una autoridad administrativa propone el programa y asigna a un responsable de las actividades, el responsable de las actividades designa a un operativo o bien él mismo realiza programa y hace los registros bajo este último, los registros y/o pruebas se dividen en dos: pruebas de arranque y pruebas de eficiencia, una vez realizadas la autoridad administrativa y el responsable del programa evalúan a la vez el estado de los equipos según los resultados obtenidos en el periodo, se proponen correcciones y se da continuidad al programa.

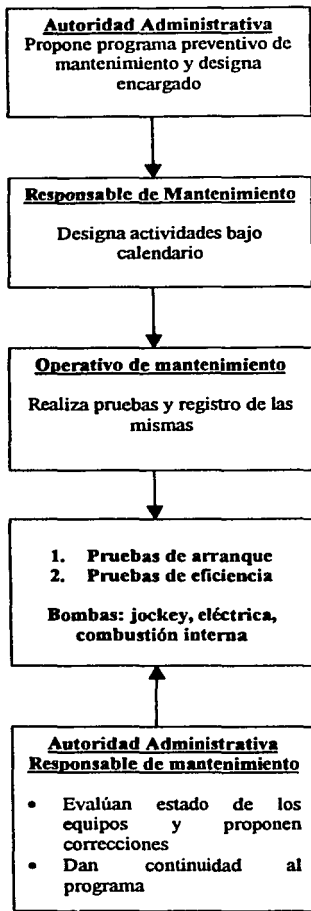


DIAGRAMA 2.1 Responsables y actividades para programa de mantenimiento de equipo de bombeo.

Las instalaciones (edificios, industrias) que tienen instalados equipos de protección a base de hidrantes o rociadores con su respectivo equipo de bombeo, normalmente no forman parte de los equipos de producción en muchas ocasiones estos equipos pasan a segundo plano con lo que su mantenimiento no se considera una inversión, sino un gasto.

Por otro lado la situación se agrava dada la falta de orden y administración de los programas de mantenimiento y ocasionalmente se arrancan de estos equipos con un registro deficiente de actividades.

El Departamento o Gerencia de Mantenimiento tiene un papel muy importante dentro de la organización de una empresa, este a través de sus actividades garantiza la continuidad en los procesos de producción pero también debe garantizar el funcionamiento adecuado de los equipos para la seguridad (Hidrantes, rociadores, equipos auxiliares, etc.). Una visión general del Departamento de Mantenimiento dentro de la organización empresarial se da en el anexo III "El mantenimiento en la organización industrial".

El programa de pruebas de arranque propuesto en el presente, contempla supervisión a los tres tipos de bombas deseables dentro de un arreglo para un sistema contra incendio, las cuales son la bomba Jockey o de presión constante, las dos principales una accionada por motor eléctrico y la restante por un motor de combustión interna, así mismo considera los periodos de aplicación de las pruebas y un análisis típico de fallas.

II.1 Inspección física semanal, formatos para registrar actividades preventivas y programa de frecuencia anual de mantenimiento.

El propósito de las pruebas periódicas a las bombas es el de asegurar el funcionamiento automático o manual bajo una demanda y operación en cualquier momento. Un propósito adicional es detectar deficiencias no evidentes, debidas al desgaste de los equipos.

Un programa de mantenimiento preventivo (ver anexo III "El mantenimiento en la organización industrial") se establece con todos los componentes que integran el sistema de bombeo de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y/o instalador. Considerando que el mantenimiento preventivo se basa en la información registrada, obtenida por inspección programada. Los formatos de registro sugeridos en este trabajo, contienen los parámetros de inspección y pueden considerarse si se carece de las recomendaciones del fabricante.

En la ausencia de recomendaciones del fabricante el NFPA sección 5-3 (National Fire Protection Association) proporciona parámetros generales para llevar a cabo los trabajos de mantenimiento preventivo.

Periódicamente se deben analizar los registros obtenidos y con estos establecer conclusiones para realizar acciones que aseguren el funcionamiento adecuado del equipo.

Una consideración importante es que las pruebas deben realizarse por personal de operación calificado quién es conocedor del equipo, de la operación del mismo, así mismo está enterado del objetivo de hacer las pruebas. En el caso de las pruebas de arranque semanales del motor eléctrico deberán realizarse originalmente sin carga hidráulica, después las bombas deberán ser accionadas por espacio mínimo de 10 minutos y a efecto de no causar daños por mojadura y desperdicio de agua deberá usarse la tubería de retorno a la cisterna, en caso de no contar con esta instalación se abrirá un hidrante procurando no causar daños por derrame y no desperdiciar el agua utilizada.

Las pruebas de arranque semanales del motor de combustión interna deberán realizarse originalmente sin carga hidráulica, después las bombas deberán ser accionadas por espacio mínimo de 30 minutos y deberá usarse la tubería de retorno a la cisterna, a efecto

de no sobrecargar la línea, en caso de no contar con esta instalación igual que en el caso anterior se abrirá un hidrante procurando no causar daños por derrame y no desperdiciar el agua utilizada.

Inspecciones de observación física

Las siguientes condiciones deberán contemplarse en el registro de actividades y estas se consideran en el formato propuesto.

Condiciones físicas del Cuarto de Máquinas

1. Temperatura adecuada no menos de 4.4. °C y 21°C para cuartos con bombas
2. No debe haber derrames de combustible.
3. Sistemas de ventilación sin obstrucciones.

Vigilar el buen funcionamiento de los sistemas de bombas

1. Tomas de succión y descarga y válvulas de control, totalmente abiertas.
2. Inspección de goteo de tuberías.
3. Estado físico y lectura normal del medidor de presión de succión.
4. Estado físico y lectura normal de los medidores de presión de las tuberías.
5. Tubería de Cebado llena.

Vigilar las condiciones del sistema eléctrico

1. Piloto encendido del selector de operación Manual-Fuera y Automático.
2. Piloto encendido del cargador de baterías y transformador
3. Controladores de intentos de marchas
4. Alarma audio visual por falla de arranque y baja presión de aceite

Supervisar las condiciones del motor de combustión interna

1. Tanque de combustible lleno por lo menos dos terceras partes
2. Selector de operación puesto en AUTO

3. Voltajes de cargadores de dos baterías con lecturas normales (12 vcd 5 Amps de carga máxima)
4. Pilotos indicadores de cargadores de baterías
5. Todas los pilotos de alarma apagados
6. Lectura del tacómetro y/o cronómetro de motor
7. Nivel de lubricante normal
8. Nivel de agua de enfriamiento normal
9. Nivel de electrolito normal
10. Terminales de batería libres de corrosión
11. Estado del radiador
12. Estado de las bandas y poleas
13. Limpieza

Procedimiento para la inspección física semanal

Procedimiento para los sistemas de bombeo

- Verificar las condiciones físicas de los elementos
- Anotar las lecturas de presión de succión y descarga
- Verificar sonidos y vibraciones inusuales
- Verificar empaques, baleros y carcasa
- Anotar lectura de presión de arranque

Procedimiento para el sistema eléctrico

- Observar y anotar el tiempo para acelerar a máxima velocidad
- Registrar

Inspección Física Semanal

Equipo Contra Incendio

Formato 1.1a

REGISTRO SEMANAL

Hoja _____

Departamento _____

Responsable _____

SEMANA/FECHA	1	2	3	4	5	6	7	8
REALIZO								

Condiciones físicas del Cuarto de Máquinas

1. Temperatura de 4.4. °C y 21°C								
2. Derrames de combustible								
3. Sistemas de ventilación sin obstrucciones.								

Condiciones de los sistemas de bombas

1. Tomas de succión y descarga y válvulas de control, totalmente abiertas.								
2. Inspección de goteo de tuberías.								
3. Estado físico y lectura normal del medidor de presión de succión.								
4. Estado físico y lectura normal de los medidores de presión de las tuberías.								
5. Tubería de cabado llena.								

Condiciones del sistema eléctrico

1. Piloto encendido del selector de operación Manual-Fuera y Automático.								
2. Piloto encendido cargador de baterías y T.								
3. Controladores de intentos de marchas								
4. Alarma audio visual por falla de arranque y baja presión de aceite								

Cumple = ✓

No Cumple = X

Tabla 1.1 a - Inspección física semanal.

Inspección Física Semanal

Equipo Contra Incendio

Formato 1.1b

REGISTRO SEMANAL

Hoja _____

Departamento _____

Responsable _____

SEMANA/FECHA	1	2	3	4	5	6	7	8
REALIZO								
Condiciones del motor de combustión interna (Identificador _____)								
1. Tanque de combustible lleno por lo menos dos terceras partes								
2. Selector de operación puesto en AUTO								
3. Voltajes de cargadores de dos baterías con lecturas normales (12 vcd 5 Amps de carga máxima)								
4. Pilotos indicadores de cargadores de baterías								
5. Todas los pilotos de alarma apagados								
6. Lectura del tacómetro y/o cronómetro de motor								
7. Nivel de lubricante normal								
8. Nivel de agua de enfriamiento normal								
9. Nivel de electrolito normal								
10. Terminales de batería libres de corrosión								
11. Estado del radiador								
12. Estado de las bandas y poleas								
13. Limpieza								

Cumple = ✓

No Cumple = X

Tabla 1.1 b - Inspección física semanal.

Inspección Física Semanal Equipo Contra Incendio

REGISTRO SEMANAL

Formato 1.1c

Fecha _____
Hoja _____

Departamento _____

Responsable _____

SEMANA / FECHA	1	2	3	4	5	6	7	8
REALIZO								

Sistema de bombeo

Presión de Succión								
Presión de Descarga								
Sonido inusual (SI/No)								
Vibraciones (SI/No)								

Sistema eléctrico

Tiempo para acelerar a máxima velocidad								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

Gráficas:

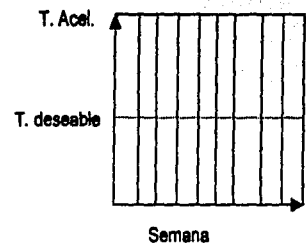
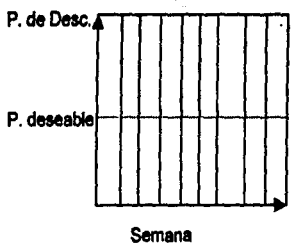
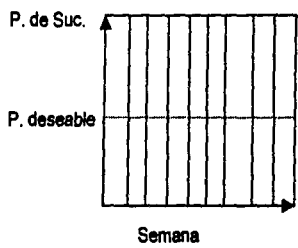


Tabla 1.1c - Inspección física semanal.

Inspección Física Semanal Equipo Contra Incendio

Formato 1.2

REGISTRO ANUAL

Fecha _____
Hoja _____

Departamento _____

Responsable _____

MES

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Condiciones físicas del Cuarto de Máquinas												
2. Condiciones de los sistemas de bombas												
3. Condiciones del sistema eléctrico												
4. Condiciones del motor de combustión interna												
5. Condiciones de hidrantes y tuberías												

Cumple = ✓

No Cumple = X

OBSERVACIONES: _____

Inspección Física Semanal Equipo Contra Incendio

Formato 1.3

Fecha _____
Hoja _____

Departamento _____

Responsable _____

SEMANA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6. Condiciones de tuberías, válvulas												
7. Condiciones de Gabinetes de hidrantes												
8. Condiciones de mangueras y boqueras												
9. Existencia de llave de nariz dentro de gabinete												
10. Reserva exclusiva de agua contra incendio												

OBSERVACIONES: _____

Cumple = ✓
No Cumple = X

Tabla 1.3 – Inspección tuberías e hidrantes.

II.2 Pruebas de arranque.

El objetivo de estas pruebas es lograr un alto grado de confiabilidad en la operación de los sistemas de bombeo de agua contra incendio, cuando sean requeridos debido a una emergencia. Este procedimiento considera las pruebas que deben realizarse a las bombas jockey y a las bombas contra incendio accionadas por motores eléctrico y de combustión interna.

Cabe aclarar que existen diferentes tipos y marcas de equipos de bombeo y de controles de arranque de los mismos, la tecnología desarrolla nuevos modelos, haciéndolos cada vez más precisos y exactos, pero en esencia el funcionamiento de los equipos y controles se basa en el mismo principio, la metodología aquí expuesta intenta contemplar la mayor parte de los equipos y aditamentos sin embargo al tratar de incorporar esta metodología a un caso particular deberá adaptarse y en su caso complementarse a efecto de tener resultados al tipo de instalación y/o equipos de que se trate.

Las bombas centrífugas son el suministro de agua contra incendio más usado en nuestro país, el sistema típico como ya se ha mencionado consta de tres bombas una de ellas se utiliza para mantener la presión en la red a esta se le denomina jockey, esta sólo mantiene la presión en la red pero no proporciona agua en grandes cantidades; para esto se tienen instaladas las bombas principales, una accionada por motor eléctrico y la restante por un motor de combustión interna; con estas dos últimas se cumple el requisito de contar de inmediato con agua a presión y en cantidades suficientes, por lo menos se requiere que una de estas dos bombas sea de operación automática, generalmente es la accionada por motor eléctrico.

Los sistemas de combate de incendios con base a equipos de bombeo tienen que ser objeto de pruebas periódicas para asegurar que se encuentren en buenas condiciones y que funcionarán en caso de incendio, una de las dos pruebas que deberán realizarse son las de arranque, dado que el arranque u operación de las bombas es por caídas de presión deberán evaluarse los rangos de operación, primero deberá accionar la bomba jockey, seguido de la bomba que se encuentre en operación de automático que normalmente es la de motor eléctrico y por último la de motor de combustión interna cuyo paro sólo debe ser manual. La realización de las pruebas de arranque debe efectuarse mínimo cada dos meses.

- Al realizar las pruebas deberán considerarse las siguientes situaciones:
- Los tableros de arranque cuentan normalmente con interruptores de tres posiciones para cada uno de los equipos de bombeo: manual, fuera y automático (AND, OFF, AUTO), adicional existe un interruptor de arranque y paro (STAR, STOP). La bomba accionada por motor de combustión interna cuenta con un interruptor para las baterías de arranque (BAT 1, BAT 2).
- Al realizar las pruebas de arranque de forma manual a un equipo deberán los equipos restantes estar en la posición fuera.
- Al realizar las pruebas de arranque en forma automática deberán estar todos los equipos en la posición de automático y el orden de accionamiento de las bombas deberá ser: jockey, eléctrica y de combustión interna.
- Como el arranque de los equipos es por caída de presión deberá existir una tubería de pruebas con retorno a la cisterna o bien abrir un hidrante a efecto de lograr la caída de presión. El rango de presiones para arranque de las bombas no deberá exceder de 1 kg/cm² entre el accionamiento de una bomba y otra.
- Una vez concluidas las pruebas los interruptores de arranque deberán permanecer en la posición de automático.

II.2.1 Prueba de baja presión a la bomba jockey.

El objetivo de la bomba jockey es mantener presionado el sistema de agua contra incendio en valores de presión preestablecidos, por lo que, es necesario efectuar una prueba de baja presión en el sistema, la prueba consiste en:

1. Abrir la válvula para pruebas con que cuenta el sistema a fin de que la presión en la línea de descarga de la bomba disminuya. Esto puede apreciarse en el manómetro de la descarga.
2. Cuando la presión llegue al valor de presión establecido, la bomba debe arrancar automáticamente.
3. La bomba debe parar cuando alcance el valor de la presión del sistema al cual se desea tener la red.

Una vez logrado lo anterior, cerrar la válvula para pruebas. Anotar en la forma correspondiente los valores solicitados (Tabla 2.1).

II.2.2. Pruebas a la bomba principal contra incendio accionada por motor eléctrico.

Esta bomba debe arrancar por baja presión en el sistema para proporcionar el caudal de agua contra incendio demandado por una emergencia, por lo tanto, debe hacerse una prueba de arranque por baja presión en la red.

II.2.2.1 Prueba Automática.

1. Cerciorarse que el selector de tres posiciones (manual, automático y fuera) del tablero de control esté en la posición AUTO (posición que debe tener siempre).
2. Abrir la válvula de pruebas para hacer fluir suficiente agua, de manera que la presión descienda hasta el valor seleccionado para que entre en servicio la bomba. En este caso la bomba jockey arrancará pero no será suficiente para reponer la presión. Observar el manómetro de la descarga.
3. Cuando la presión alcance el valor deseado, la bomba debe entrar en servicio sin ningún contratiempo.
4. Cerrar la válvula de pruebas y para la bomba activando el botón de paro (STOP) o devolviendo el selector a la posición OFF. Durante la prueba operar la bomba menos de un minuto a efecto de no dañar los componentes.
5. Una vez terminada la prueba, anotar en la forma correspondiente el valor de la presión de arranque, paro, identificación de la bomba, nombre de quien realizó la prueba y fecha.

II.2.2.2 Prueba manual.

1. Poner el selector de tres posiciones en la posición manual ó HAND.
2. Presionar el botón de arranque (START), esto hará que el motor arranque inmediatamente.
3. Después que la bomba funcionó durante cinco segundos, devuelva el botón a la posición fuera (OFF) o presione el botón de paro (STOP) a fin de para el motor.
4. Devuelva el selector a la posición AUTO.
5. Una vez terminada la prueba, anotar en el formato correspondiente los datos requeridos (Tabla 2.2.).

Durante todo el tiempo que duren las pruebas de la bomba accionada por motor eléctrico, la bomba de combustión interna debe estar en la posición de automático para garantizar el funcionamiento de la red en caso de incendio.

II.2.3. Pruebas a la bomba accionada por motor de combustión interna.

Esta bomba debe entrar en servicio como apoyo a la bomba eléctrica para cubrir la demanda requerida en caso necesario. Las pruebas a la bomba se dividen en pruebas de operación (automático y manual) y pruebas por fallas.

Durante la operación del motor de combustión interna deben observarse las siguientes variables: presión de aceite, temperatura de aceite, temperatura de agua y velocidad.

II.2.3.1 Pruebas de operación.

II.2.3.1.1 Prueba manual.

1. Colocar el selector de batería del tablero de control en la posición BAT-1.
2. Colocar el selector principal del tablero en la posición manual ó HAND.
3. Oprimir el botón de arranque (START); cuando la máquina arranque dejarlo libre.
4. Oprimir el botón de paro (STOP) para detener la máquina.
5. Colocar el selector de baterías en la posición BAT-2 y repetir las acciones de los puntos 3 y 4.
6. Nuevamente poner el selector principal en la posición AUTO.
7. Anotar los datos de la prueba en el formato correspondiente (Tabla 2.3).
8. Con los datos obtenidos realizar las gráficas correspondientes (Tabla 2.3 b)

II.2.3.1.2 Prueba automática.

1. Cerciorarse que el selector principal se encuentre en la posición automático ó AUTO.
2. Durante el tiempo que dure esta prueba, la bomba eléctrica debe estar en la posición Manual ó HAND para evitar que entre en servicio. En este caso, la bomba jockey arrancará pero no será suficiente para reponer la presión.
3. Simular una caída de presión abriendo la válvula de la prueba dejando que la presión descienda hasta el valor seleccionado para que la bomba entre en servicio. Observar el manómetro de la descarga.
4. Cuando la posición alcance el valor deseado, la bomba debe entrar en servicio sin ningún contratiempo.
5. Cerrar la válvula de pruebas.
6. Parar la bomba activando el botón de paro (STOP).
7. Devolver el selector de la bomba eléctrica a la posición AUTO.
8. Una vez terminada la prueba, anotar en el formato correspondiente (Tabla 2.3 a) el valor de la presión de arranque, identificación de la bomba, nombre de quien realizó la prueba y fecha.
9. Con los datos obtenidos realizar las gráficas correspondientes (Tabla 2.3 b).

II.3 Pruebas complementarias.

Los sistemas de protección contra incendio pueden variar de uno a otro y algunos carecen de los equipos que a continuación se mencionan, sin embargo se mencionan dada la importancia de estos, por otro lado deberá considerarse, dentro de los programas de mantenimiento, todos los equipos auxiliares según el caso particular.

II.3.1 Prueba de alarma remota.

Esta prueba se puede hacer cada semana y consiste básicamente en provocar las condiciones necesarias para que se active. Se trata de verificar si el circuito de control en el cuarto de bombas manda la señal y es recibida por el tablero ubicado en la caseta contra incendio. Es necesario que lo haga un electricista.

II.3.2 Prueba de las líneas de inspector.

Esta prueba simula la operación de los rociadores en un posible incendio. Se hace abriendo la válvula de 1" localizada en las líneas de inspector. Con esta operación se prueba el funcionamiento de las bombas y la alarma del riser.

Se recomienda hacer esta prueba cada seis meses, pero puede hacerse con mayor frecuencia (cada dos).

II.3.3 Prueba de la alarma Riser.

Abrir la válvula para prueba de alarma a fin de que fluya agua hasta la cámara retardadora y suene la campana de flujo. Cerrarla nuevamente.

Enseguida, abrir la válvula principal de desagüe para probar el funcionamiento de la campana. Cerrarla nuevamente.

Esta prueba puede hacerse semanal, mensual o bimestral.

Pruebas Bimestrales de Arranque Equipo Contra Incendio

Formato 2.1

Departamento _____

Responsable _____

BIMESTRE / FECHA	1	2	3	4	5	6
REALIZO						

Bomba Jockey (Identificador _____)

Prueba de baja presión	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)
P1= Presión de arranque	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____
P2= Presión de paro	P2= _____	P2= _____	P2= _____	P2= _____	P2= _____	P2= _____

Presión de arranque					
Presión Calibrada					

Bimestre

Presión de Paro					
Presión Calibrada					

Bimestre

Tabla 2.1 Pruebas bimestrales de arranque

Pruebas Bimestrales de Arranque Equipo Contra Incendio

Formato 2.2

Departamento _____

Responsable _____

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Bomba accionada por motor Eléctrico (Identificador _____)

Prueba automática	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)
Control en posición AUTO	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)
P1= Presión de arranque	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____
P2= Presión de paro	P2= _____	P2= _____	P2= _____	P2= _____	P2= _____	P2= _____
Prueba manual	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)
P1= Presión de arranque	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____
P2= Presión de paro	P2= _____	P2= _____	P2= _____	P2= _____	P2= _____	P2= _____

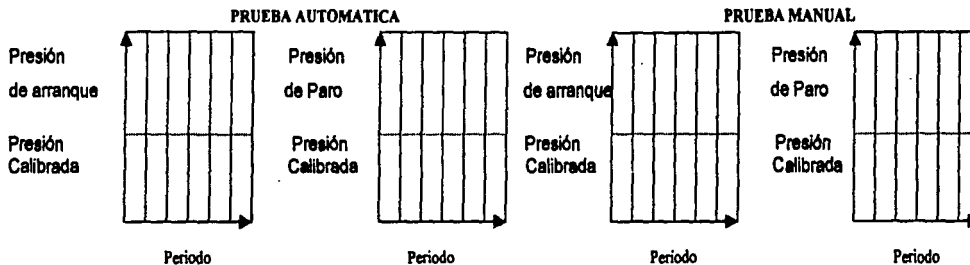


Tabla 2.2 Pruebas bimestrales de arranque

Pruebas Bimestrales de Arranque Equipo Contra Incendio

Formato 2.3a

Hoja _____

Departamento _____

Responsable _____

BIMESTRE/FECHA	1	2	3	4	5	6
REALIZO						

Bomba accionada por motor de combustión interna (Identificador _____)

Prueba automática	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)
P1=Presión de aceite	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____
T1= Temperatura de aceite	T1= _____	T1= _____	T1= _____	T1= _____	T1= _____	T1= _____
T2=Temperatura de agua	T2= _____	T2= _____	T2= _____	T2= _____	T2= _____	T2= _____
V1= Velocidad de prueba	V1= _____	V1= _____	V1= _____	V1= _____	V1= _____	V1= _____
Prueba manual	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)
Al final selector en AUTO	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)	(si) (no)
P1= Presión de arranque	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____	P1= _____
T1= Tiempo de prueba	T1= _____	T1= _____	T1= _____	T1= _____	T1= _____	T1= _____

(P1, T1, T2 = son al arranque del motor)

Tabla 2.3 a Pruebas bimestrales de arranque

Pruebas Bimestrales de Arranque Equipo Contra Incendio

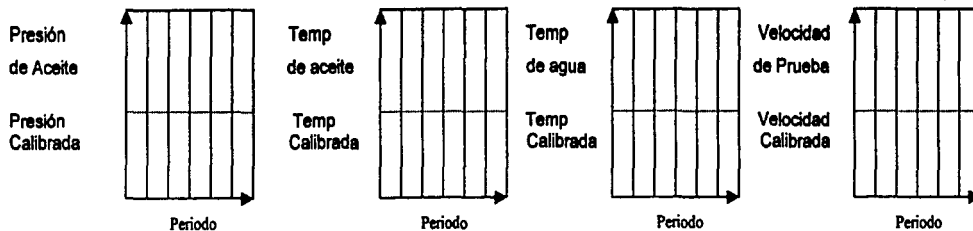
Formato 2.3b

Hoja _____

Departamento _____
Responsable _____

GRAFICAS :

PRUEBA AUTOMATICA



PRUEBA MANUAL

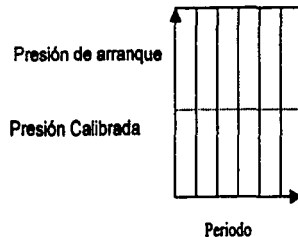


Tabla 2.3 b Pruebas bimestrales de arranque

Pruebas Bimestrales de Arranque Equipo Contra Incendio

Formato 2.4

Hoja _____

Departamento _____

Responsable _____

BIMESTRE / FECHA	1	2	3	4	5	6
REALIZO						

Pruebas Complementarias

Prueba de alarma remota	(si)	(no)	(si)	(no)	(si)	(no)	(si)	(no)	(si)	(no)	(si)	(no)
Líneas de inspector	(si)	(no)	(si)	(no)	(si)	(no)	(si)	(no)	(si)	(no)	(si)	(no)
Alarma Riser	(si)	(no)	(si)	(no)	(si)	(no)	(si)	(no)	(si)	(no)	(si)	(no)

Tabla 2.4 Pruebas complementarias bimestrales de arranque

III. Programa de inspección y pruebas de rendimiento al equipo de bombeo contra incendio.

Al realizar esta prueba en los equipos de bombeo utilizados contra incendio es garantizar en caso de incendio, el suministro de agua adecuado tanto en presión como en gasto.

Este capítulo describe las pruebas de eficiencia a los suministros de agua tanto en gasto como en presión para el combate de incendios además muestra como interpretar los resultados.

Si el encargado de inspeccionar los equipos de bombeo carece de los elementos necesarios para elaborar un reporte completo, las conclusiones pueden ser erróneas o peligrosas, que llevan a una exposición severa en caso de incendio.

Para simplificar el procedimiento de medición, se considera que los gastos y presiones son aproximadas. Los factores de fricción, corrosión, rugosidad, coeficientes de orificios y muchas otras variables afectan directamente al flujo de agua. Los métodos y cálculos usados en este capítulo se simplifican para facilitar la conducción de pruebas de campo y de los cálculos respectivos.

Estas pruebas se realizan anualmente para constatar que la bomba, el motor y el suministro de energía funcionan adecuadamente.

La importancia de una prueba de flujo es el proporcionar información precisa sobre el suministro de agua en cualquier punto de la red de distribución del sistema contra incendio, normalmente como se explica más adelante las pruebas se realizan con dos o más hidrantes.

Si la administración del departamento de mantenimiento o de la misma dirección de esa empresa sabe de antemano que el abasto de agua contra incendio (gasto y presión) no son los adecuados a través de las pruebas de gastos y presiones puede tomar medidas correctivas.

III.1. Pruebas de eficiencia para bombas contra incendio.

En México la mayoría de las instalaciones que cuentan con equipo hidráulico contra incendio, dependen de fuentes o suministros privados. Estas fuentes son las bombas contra incendio con sus respectivas reservas de agua, adicional algunos sistemas pueden tener tanques de depósito elevados (gravedad) y tanques de presión (hidroneumáticos).

Cada suministro de agua tiene una válvula de no retorno o check o de no retorno en su tubería de descarga de tal forma que el agua y la presión de la misma no puede ser disipada a través de la tubería a las otras fuentes. Los símbolos de las válvulas check indican la dirección de flujo del agua, cuando esa fuente esta en uso.

La prueba de las bombas de incendios se llevan a cabo anualmente para constatar que los componentes de la bomba, los motores, la aspiración y el suministro de energía funcionan adecuadamente, así mismo para corregir las faltas que pudieran descubrirse. Las características hidráulicas de la bomba se mide con una prueba de caudal realizada en un cabezal de pruebas conectado a la bomba o en los hidrantes exteriores.

La prueba involucra tres puntos importantes que corresponden a los puntos de la curva normalizada o curva característica de una bomba:

1. Punto 1: a caudal cero o válvula cerrada donde la presión es máxima y el flujo nulo, o bien a llave cerrada.
2. Punto 2: a un caudal adecuado a la capacidad nominal o en un punto muy cercano (100 % de la presión nominal y 100% de la capacidad o gasto nominal), aquí se considera que dos hidrantes se operan simultáneamente a su máxima capacidad.
3. Punto 3: con sobrecarga o al 150% de la capacidad nominal o más a 65% de la presión nominal (la capacidad de descarga nominal de la bomba, la presión, en conjunto con la velocidad nominal del impulsor en revoluciones por minuto normalmente se encuentran en la placa de datos sobre el cuerpo de la bomba). En este punto se considera que se operan simultáneamente a tres hidrantes.

III.1 .1. Elementos y presiones a medir.

Para evaluar los diferentes rangos de presión señalados en la curva característica de una bomba y comparar su comportamiento histórico es indispensable realizar las pruebas en los puntos 1, 2 y 3 definidos anteriormente.

Cabezal ó hidrante de presión o prueba:

Este hidrante es el más cercano a la bomba que se prueba, puede ser que exista este elemento o en ocasiones un cabezal de pruebas con boquillas que sustituyen al hidrante de prueba. Las bombas contra incendio normales tienen cabezales con elementos de pruebas de 2 1/2 pulgadas de diámetro por cada 250 gpm de capacidad de descarga nominal de la bomba, cuando se usan hidrantes la prueba se realiza a la salida de las mangueras y con la boquilla de prueba.

Hidrantes de flujo:

Son aquellos en los cuales el agua fluye durante la prueba. En algunos casos podemos necesitar tres o más hidrantes o boquillas de flujo abiertos para retirar suficiente agua de la tubería principal para causar una apreciable caída de presión.

Para obtener resultados más precisos de las pruebas se debe medir cuidadosamente y evaluar cada uno de los factores que se mencionan a continuación:

Presión estática en la tubería principal de agua.

Teóricamente esta es la presión del agua en la tubería principal cuando no hay flujo o movimiento de agua esta define el punto 1. Una prueba verdadera de la presión estática se obtiene cuando la planta este cerrada, como un fin de semana. Pero generalmente la lectura de la presión sin alguna prueba de flujo será lo suficiente precisa para usarse como la prueba de presión estática.

Presión de descarga y succión.

Son las presiones leídas directamente en la salida del cabezal de la bomba y en la toma de succión y la diferencia de estas representa la presión neta.

Presión del pitot en la corriente de agua que fluye.

Para encontrar la cantidad de agua que fluye en (gpm), se mide la velocidad del flujo de corriente de agua de la cabeza abierta del hidrante o boquerel con un calibrador pitot que lee la presión en psi. Después de obtener la cifra, se aplica a las tablas de flujo de agua que se encuentra en el NFPA, para encontrar la cantidad de agua (gpm) que esta fluyendo.

Coefficiente de hidrante, boquilla o cabezal de pruebas.

Dado que los hidrantes son producidos por diferentes fabricantes, varían en la forma y arreglo de sus partes internas de operación. Los hidrantes difieren también en el grado en que el agua fluye a través de sus caminos internos.

El coeficiente de las boquillas de prueba es el grado en que el flujo del agua se impide. Si la vía interna de la boquilla pudiera construirse para que pasara el 100% del agua que entra y sin pérdida de presión, el coeficiente sería expresado como 1.0. Debido a que no es posible obtener este 100%, el flujo teórico de un hidrante es usualmente reducido a 0.90, 0.80 o 0.70 del 1.00 para así poder obtener el flujo real.

Los siguientes diagramas muestran los tipos generales de aberturas de hidrantes y el coeficiente que cada uno de estos representa. Para saber el tipo exacto consultar al fabricante o comparar con los diagramas para obtener el coeficiente.

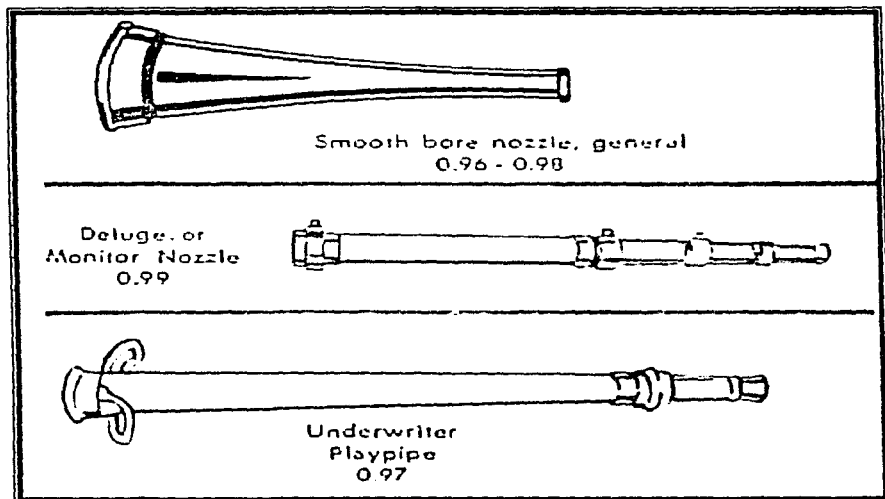


FIGURA 3.1 Coeficientes de fricción en boquillas de descarga o boquereles.

III.1.2 Instrumental de medición.

El medidor Pitot con hoja de contacto y manómetro graduado es una herramienta básica. Para realizar las pruebas de flujo en los elementos mencionados en la sección anterior y así asegurar lecturas precisas de los resultados.

La hoja de contacto o boquilla del medidor pitot puede ser de diferentes formas y diseños, dependiendo del fabricante, sin embargo el medidor indicado al insertarlo en la corriente de pruebas deberá causar el menor rocío.

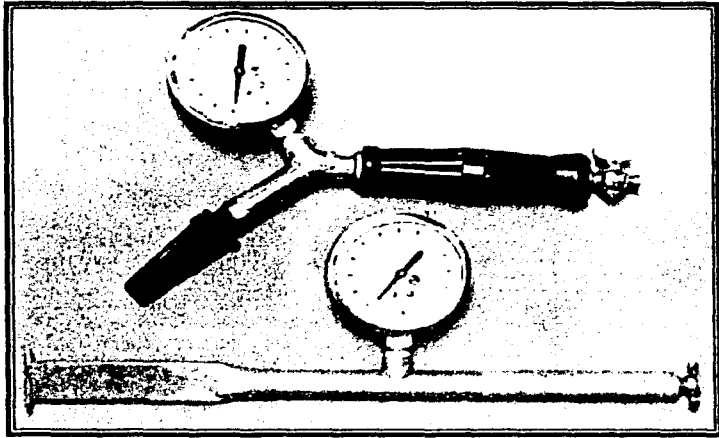


FIGURA 3.2 Tubos Pitot.

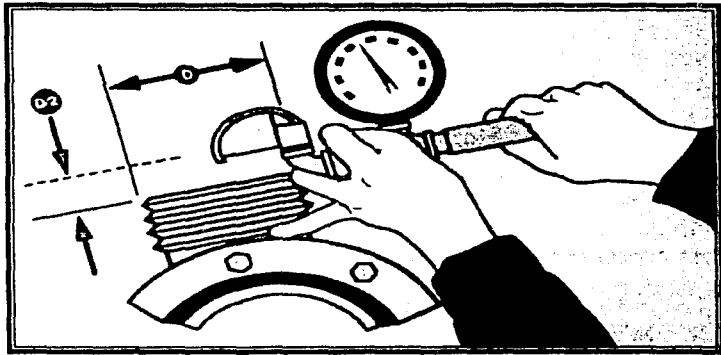


FIGURA 3.3 Medición con un tubo de Pitot.

La lectura con el Tubo Pitot se realiza a la mitad del diámetro de la boquilla y a la vez a una distancia medida a partir de la superficie de la boquilla igual a la mitad del diámetro de la boquilla o hidrante, tal como se muestra en la figura 3.6, antes de registrar la lectura el Tubo Pitot dejar escapar el aire en su interior hasta que fluya un poco de agua, esto a efecto de purgar perfectamente este equipo de medición. En el punto de lectura la velocidad del flujo es mayor.

III.2. Pruebas de flujo para bombas contra incendio.

Esta prueba se recomienda realizar en las dos bombas principales, la accionada por motor eléctrico y la accionada por motor de combustión interna, ya que son las que suministran a la red contra incendio de agua a presión en grandes cantidades.

Esta prueba se recomienda hacer en los hidrantes más alejados al sistema de bombeo o más altos, durante su realización tener cuidado de no causar daños por derrame de agua. Existen sistemas que cuentan con un cabezal de pruebas sin embargo el hacer la prueba en las salidas de las mangueras de los hidrantes más alejados trae consigo resultados más reales de funcionamiento.

Estas pruebas deberán hacerse por separado en cada una de las bombas y como guía se puede seguir la siguiente figura.

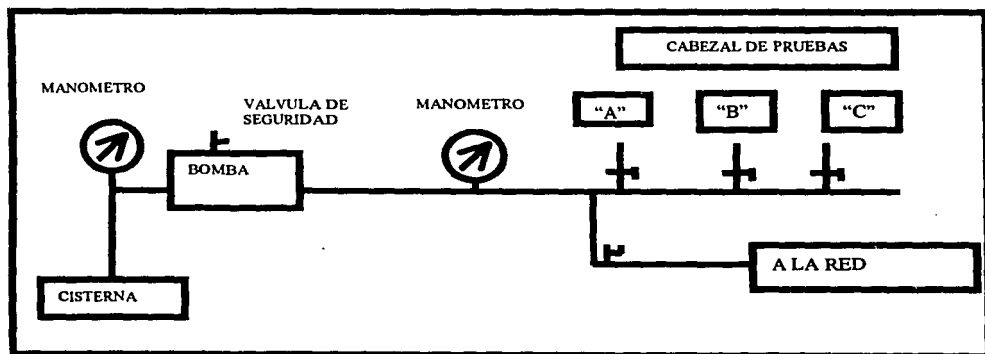


FIGURA 3.4 Elementos del sistema a considerar durante la prueba de flujo.

III.2.1 Prueba de flujo para bomba accionada por motor eléctrico.

En esta prueba se medirán los tres puntos de la curva característica de la bomba.

En esta prueba se requiere que sólo sea probada esta bomba.

Punto 1: a caudal cero o válvula cerrada donde la presión es máxima y el flujo nulo, o bien a llave cerrada.

1. Cebiar o llenar con agua la cubierta de la bomba desde el depósito de cebado hasta que salga agua de la llave de desagüe; entonces cerrar la llave de desagüe y cortar el flujo del agua de cebado.
2. Encender el motor eléctrico de la bomba. Esto causará que el agua se agite en la cubierta de la bomba y también puede causar que la válvula de alivio de presión de la bomba se abra y descargue agua en un drenaje. Se debe hacer esto cuando el manómetro de descarga sobre la bomba indica 120% de la presión nominal. Si se alcanza esta presión y la válvula de alivio de presión no se abre, detener la prueba de inmediato ya que el exceso de presión interna puede romper la cubierta de la bomba.
3. Leer ahora los manómetros de descarga y succión en la bomba contra incendio, en este punto donde el flujo es nulo.
4. Registrar lecturas en el formato 3.1

Punto 2: a un caudal adecuado a la capacidad nominal o en un punto muy cercano (100 % de la presión nominal y 100% de la capacidad o gasto nominal), aquí se considera que dos hidrantes se operan simultáneamente a su máxima capacidad.

1. Cebiar o llenar con agua la cubierta de la bomba desde el depósito de cebado hasta que salga agua de la llave de desagüe; entonces cerrar la llave de desagüe y cortar el flujo del agua de cebado.

2. Encender el motor eléctrico de la bomba. Esto causará que el agua se agite en la cubierta de la bomba y también puede causar que la válvula de alivio de presión de la bomba se abra y descargue agua en un drenaje. Se debe hacer esto cuando el manómetro de descarga sobre la bomba indica 120% de la presión nominal. Si se alcanza esta presión y la válvula de alivio de presión no se abre, detener la prueba de inmediato ya que el exceso de presión interna puede romper la cubierta de la bomba.
3. Abrir ahora dos válvulas del cabezal de pruebas "A" y "B" o bien dos hidrantes de flujo, la apertura de las válvulas deberá realizarse lentamente hasta que estén completamente abiertas, permitiendo así que el agua fluya fuera de los boquereles.
4. Medir el flujo de agua en cada uno de los boquereles usando un medidor Pitot, registrar estas lecturas en la tabla 3.1, estas lecturas convertirlas en gpm de las tablas flujo. En este punto la suma de los flujos deberá ser igual a la capacidad nominal.
5. Leer ahora ambos manómetros de succión y de descarga en la bomba contra incendio. La suma de los dos manómetros (ambos en psi) debe ser igual a la presión nominal de la bomba. (Algunos manómetros de succión dan lecturas en pulgadas de mercurio y no en psi; se pueden convertir pulgadas de mercurio a psi multiplicando las pulgadas por el factor de 0.49). Registrar los datos en la tabla 3.1.

Punto 3: con sobrecarga o al 150% de la capacidad nominal o más a 65% de la presión nominal (la capacidad de descarga nominal de la bomba, la presión, en conjunto con la velocidad nominal del impulsor en revoluciones por minuto normalmente se encuentran en la placa de datos sobre el cuerpo de la bomba). En este punto se considera que se operan simultáneamente a tres hidrantes.

1. Cebiar o llenar con agua la cubierta de la bomba desde el depósito de cebado hasta que salga agua de la llave de desagüe; entonces cerrar la llave de desagüe y cortar el flujo del agua de cebado.
2. Encender el motor eléctrico de la bomba. Esto causará que el agua se agite en la cubierta de la bomba y también puede causar que la válvula de alivio de presión de la

bomba se abra y descargue agua en un drenaje. Se debe hacer esto cuando el manómetro de descarga sobre la bomba indica 120% de la presión nominal. Si se alcanza esta presión y la válvula de alivio de presión no se abre, detener la prueba de inmediato ya que el exceso de presión interna puede romper la cubierta de la bomba.

3. Abrir ahora tres válvulas del cabezal de pruebas "A" , "B" y "C" o bien tres hidrantes de flujo, la apertura de las válvulas deberá realizarse lentamente hasta que estén completamente abiertas, permitiendo así que el agua fluya fuera de los boquereles.
4. Medir el flujo de agua en cada uno de los boquereles usando un medidor Pitot, registrar estas lecturas en la tabla 3.1, estas lecturas convertirlas en gpm de las tablas flujo. En este punto la suma de los flujos deberá ser 150% del gasto de la capacidad nominal.
5. Leer ahora ambos manómetros de succión y de descarga en la bomba contra incendio. La suma de los dos manómetros (ambos en psi) debe ser igual al 65% de la presión nominal de la bomba. (Algunos manómetros de succión dan lecturas en pulgadas de mercurio y no en psi; se pueden convertir pulgadas de mercurio a psi multiplicando las pulgadas por el factor de 0.49). Registrar los datos en la tabla 3.1.
6. Apagar el motor eléctrico, cerrar las tres válvulas, dejar cebada la bomba o rellenar el depósito de cebado. Colocar el interruptor en la posición de Automático para dejar la bomba en servicio para una próxima urgencia de incendio.

¿Qué hacer si el porcentaje justo de la presión y capacidad de descarga no se puede obtener?

Quizá la bomba no levantara succión aunque haya sido adecuadamente cebada. Esto pudiera significar que en alguna parte de la línea de succión existe una fuga de aire. Puede ser que una unión o ajuste en el lado de la toma esté admitiendo aire y destruyendo la presión de succión. La válvula de pie en el depósito puede estar abierta y atorada por lo tanto fuga el agua de cebado en el depósito ahora la bomba sopla aire en lugar de agua y puede quemar un balero lubricado de agua. La línea de succión puede

estar saturada de desechos no permitiendo la entrada total del agua a la bomba; esto causará que el manómetro de la entrada indique anormalmente alto.

Posiblemente no se pueda obtener la capacidad nominal de los hidrantes de prueba. Esto podría deberse a una velocidad demasiado baja en el motor. En motores eléctricos, el voltaje puede ser medido - resultan voltajes bajos en una pérdida de velocidad. En cualquier bomba, la velocidad debe ser la velocidad registrada en la placa de datos. Como último recurso, verificar la velocidad con un tacómetro o contador de revoluciones.

Los manómetros pueden no indicar con certeza; se debe probar su exactitud con manómetros conocidos o con un probador de peso muerto. Cuando la entrada de agua esta abajo de una presión de carga, puede ser necesario ajustar la graduación de la válvula de alivio de la bomba a una cifra más alta si la presión de descarga de la bomba es más alta que la presión nominal.

Se debe tener en mente que la descarga en gpm, descarga en psi, toma en psi, tamaño del boquerel, y longitud de manguera introducen varios factores en estas pruebas hidráulicas de bombas contra incendio.

Por ejemplo, si la bomba esta calculada en 100 psi y solamente se pueden obtener 85 psi con todos los hidrantes fluyendo, seria necesario reducir la entrega de gpm por medio de:

- a). Cerrando ligeramente las válvulas de descarga "A" o "B", o
- b). Disminuyendo el número de chorros de hidrantes, o
- c). Reduciendo el tamaño de boquilla a una pulgada de tal forma que se incrementa la presión de descarga de la bomba a 100 psi.

De la misma manera para bajar la presión de descarga de la bomba de 100 psi a 65 psi se puede:

Abrir más las válvulas "B" y "C", o agregar el chorro de otro hidrante, o aumentar algunos tamaños de boquilla del boquerel a 1/4 ó 1 1/2 pulgadas.

III.2.2 Prueba de flujo para bomba accionada por motor de combustión interna.

En esta prueba se medirán los tres puntos de la curva característica de la bomba.

En esta prueba se requiere que sólo sea probada esta bomba.

Punto 1: a caudal cero o válvula cerrada donde la presión es máxima y el flujo nulo, o bien a llave cerrada.

1. Cebiar o llenar con agua la cubierta de la bomba desde el depósito de cebado hasta que salga agua de la llave de desagüe; entonces cerrar la llave de desagüe y cortar el flujo del agua de cebado.
2. Encender el motor de combustión interna de la bomba haciéndolo llegar poco a poco hasta las revoluciones en donde se alcance el flujo y presión señalados por el fabricante. Esto causará que el agua se agite en la cubierta de la bomba y también puede causar que la válvula de alivio de presión de la bomba se abra y descargue agua en un drenaje. Se debe hacer esto cuando el manómetro de descarga sobre la bomba indica 120% de la presión nominal. Si se alcanza esta presión y la válvula de alivio de presión no se abre, detener la prueba de inmediato ya que el exceso de presión interna puede romper la cubierta de la bomba.
3. Leer ahora los manómetros de descarga y succión en la bomba contra incendio, en este punto donde el flujo es nulo.
4. Registrar lecturas en el formato 3.3

Punto 2: a un caudal adecuado a la capacidad nominal o en un punto muy cercano (100 % de la presión nominal y 100% de la capacidad o gasto nominal), aquí se considera que dos hidrantes se operan simultáneamente a su máxima capacidad.

1. Cebiar o llenar con agua la cubierta de la bomba desde el depósito de cebado hasta que salga agua de la llave de desagüe; entonces cerrar la llave de desagüe y cortar el flujo del agua de cebado.

2. Encender el motor de combustión interna de la bomba. Esto causará que el agua se agite en la cubierta de la bomba y también puede causar que la válvula de alivio de presión de la bomba se abra y descargue agua en un drenaje. Se debe hacer esto cuando el manómetro de descarga sobre la bomba indica 120% de la presión nominal. Si se alcanza esta presión y la válvula de alivio de presión no se abre, detener la prueba de inmediato ya que el exceso de presión interna puede romper la cubierta de la bomba.
3. Abrir ahora dos válvulas del cabezal de pruebas "A" y "B" o bien dos hidrantes de flujo, la apertura de las válvulas deberá realizarse lentamente hasta que estén completamente abiertas, permitiendo así que el agua fluya fuera de los boquereles.
4. Medir el flujo de agua en cada uno de los boquereles usando un medidor Pitot, registrar estas lecturas en la tabla 3.3, estas lecturas convertirlas en gpm de las tablas flujo. En este punto la suma de los flujos deberá ser igual a la capacidad nominal.
5. Leer ahora ambos manómetros de succión y de descarga en la bomba contra incendio. La suma de los dos manómetros (ambos en psi) debe ser igual a la presión nominal de la bomba. (Algunos manómetros de succión dan lecturas en pulgadas de mercurio y no en psi; se pueden convertir pulgadas de mercurio a psi multiplicando las pulgadas por el factor de 0.49). Registrar los datos en la tabla 3.3.

Punto 3: con sobrecarga o al 150% de la capacidad nominal o más a 65% de la presión nominal (la capacidad de descarga nominal de la bomba, la presión, en conjunto con la velocidad nominal del impulsor en revoluciones por minuto normalmente se encuentran en la placa de datos sobre el cuerpo de la bomba). En este punto se considera que se operan simultáneamente a tres hidrantes.

1. Cebiar o llenar con agua la cubierta de la bomba desde el depósito de cebado hasta que salga agua de la llave de desagüe; entonces cerrar la llave de desagüe y cortar el flujo del agua de cebado.

2. Encender el motor de combustión interna de la bomba. Esto causará que el agua se agite en la cubierta de la bomba y también puede causar que la válvula de alivio de presión de la bomba se abra y descargue agua en un drenaje. Se debe hacer esto cuando el manómetro de descarga sobre la bomba indica 120% de la presión nominal. Si se alcanza esta presión y la válvula de alivio de presión no se abre, detener la prueba de inmediato ya que el exceso de presión interna puede romper la cubierta de la bomba.
3. Abrir ahora tres válvulas del cabezal de pruebas "A" , "B" y "C" o bien tres hidrantes de flujo, la apertura de las válvulas deberá realizarse lentamente hasta que estén completamente abiertas, permitiendo así que el agua fluya fuera de los boquereles.
4. Medir el flujo de agua en cada uno de los boquereles usando un medidor Pitot, registrar estas lecturas en la tabla 3.3, estas lecturas convertirlas en gpm de las tablas flujo. En este punto la suma de los flujos deberá ser 150% del gasto de la capacidad nominal.
5. Leer ahora ambos manómetros de succión y de descarga en la bomba contra incendio. La suma de los dos manómetros (ambos en psi) debe ser igual al 65% de la presión nominal de la bomba. (Algunos manómetros de succión dan lecturas en pulgadas de mercurio y no en psi; se pueden convertir pulgadas de mercurio a psi multiplicando las pulgadas por el factor de 0.49). Registrar los datos en el formato 3.3.
6. Apagar el motor de combustión interna, cerrar las tres válvulas, dejar cebada la bomba o rellenar el depósito de cebado. Colocar el interruptor en la posición de Automático para dejar la bomba en servicio para una próxima urgencia de incendio.

Para la bomba accionada por motor de combustión interna, hacer los ajustes necesarios para tener el flujo y la presión a la velocidad normal de operación:

$$Q_c = Q \times N \quad \text{y} \quad P_c = P_x (N_c/N)$$

Donde:

Q_c = Flujo en GPM a la velocidad normal de operación.

Q = Flujo medido obtenido de tablas, GPM.

Nc = Velocidad normal de operación en RPM.

N = Velocidad de la máquina diesel durante la prueba en RPM.

Pc = Presión en lb/m a la velocidad normal de operación.

P = Presión de descarga durante la prueba en lb/plg²

III.2.3. Registro de datos.

Con los datos obtenidos de las presiones correspondientes llenar el formato correspondiente y hacer las gráficas de operación para cada bomba.

Si la descarga actual de la bomba es próxima a la capacidad nominal y la capacidad de sobrecarga ha sido determinada, los valores de la prueba puede compararse con algunas curvas de desarrollo normal de la bomba. Estas curvas son generalmente proporcionadas por el fabricante de la bomba y deben estar en las bitácoras de las bombas. Estas muestran si los resultados de las pruebas son aceptables, malas o promedio.

Si las pruebas muestran que la bomba esta operando solamente a nivel "justo" se deben hacer arreglos por el responsable de la planta para analizar y reparar pronto la bomba. Si los resultados de las pruebas se muestran completamente "pobres", se debe determinar la causa y corregirla inmediatamente. Si la causa no puede ser determinada, o si la bomba esta estropeada, debería ser reemplazada de inmediato. Hasta que la bomba sea reemplazada, la planta tendría que ser considerada como si no tuviera bomba para el suministro de agua contra incendio.

Pruebas Anuales de Flujo de Bomba Contra Incendio Eléctrica

Formato 3.1

Hoja _____

Identificador de equipo _____

Responsable _____

Toma Lecturas

No / Realizó	R.P.M. (N)	Presión de descarga (Pd) PSI	Presión de succión (Ps) PSI	Presión Neta (Pd-Ps) PSI	No.	Diámetro pulgadas	Presión en Pitot PSI	Flujo (Q) de tablas GPM

Tabla 3.1 Pruebas anuales de rendimiento

Gráfica Anual de Flujo de Bomba Contra Incendio Eléctrica

Formato 3.2

Identificador de equipo _____

Responsable _____

% de PRESION NOMINAL

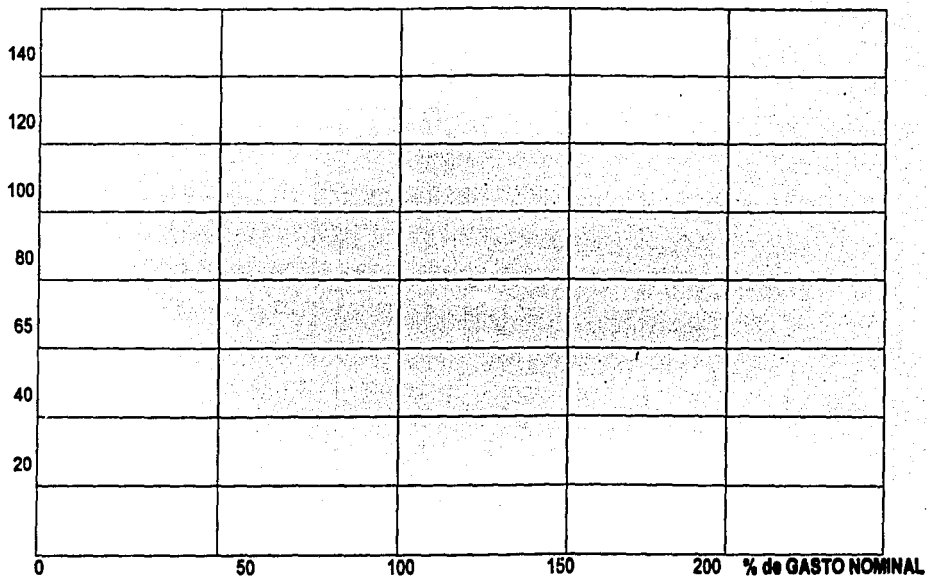


Tabla 3.2 Registro anual de rendimiento

Hoja _____

Pruebas Anuales de Flujo de Bomba Contra Incendio C I

Formato 3.3

Identificador de equipo _____

Responsable _____

Toma Lecturas

No / Realizó	R.P.M. (N)	Presión de descarga (Pd) PSI	Presión de succión (Ps) PSI	Presión Neta (Pd-Ps) PSI	No.	Diámetro pulgadas	Presión en Pitot PSI	Flujo (Q) de tablas GPM

Corrección del flujo y de la presión. RPM _____

$Q_c = Q \times (N_c/N) =$ _____

$P_c = P \times (N_c/N)^2 =$ _____

Factor de corrección de la boquilla = _____ x $Q_c =$ _____ GMP (flujo real)

Tabla 3.3 Pruebas anuales de rendimiento

Gráfica Anual de Flujo de Bomba Contra Incedio C I

Formato 3.4

Identificador de equipo _____

Responsable _____

% de PRESION NOMINAL

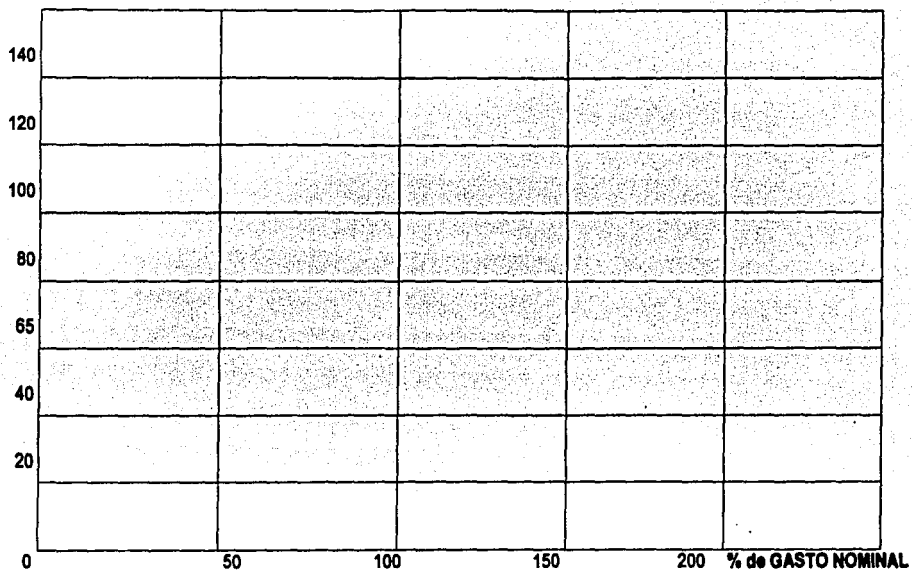


Tabla 3.4 Registro anual de rendimiento

Hoja _____

III.2.4. Análisis de fallas.

Algunas veces los resultados de las pruebas de flujo de agua parecen irrazonables. En donde quiera hay resultados pobres o anormales, es siempre una buena práctica el discutir nuestros resultados con las autoridades de la planta.

Resultados de pruebas de flujo pobres pueden ser debidos a cualquiera de las condiciones siguientes:

- 1.- Válvulas de control en tuberías principales parcial o totalmente cerradas.
- 2.- Tuberías principales obstruidas o parcialmente bloqueadas con lodo o piedras.
- 3.- Depósitos de sedimentación en tuberías principales reduciendo el diámetro efectivo.
- 4.-Tamaño de la tubería principal registrado incorrectamente en plano.
- 5.-Fugas serias en la tubería principal o en válvulas de control.
- 6.-Válvulas de pie de hidrantes inoperantes.
- 7.-Válvulas de no-retomo instaladas u operando inadecuadamente
- 8.-Toma siamesa para el departamento de bomberos bloqueada.
- 9.-Tuberías o válvulas con agua congelada.
- 10.-Hielo dentro del tubo pitot.
11. Existencia de válvulas y medidores desconocidos o no indicados en plano.
- 12.-Perdida de alta fricción a través de medidores de agua.
- 13.-Material extraño (bolsas, madera, etc.) pasos de tuberías principales o hidrante.
- 14.- Error humano.

Frecuentemente las pruebas de flujo son realizadas en áreas muy cercanas a la base de un tanque o deposito de agua elevados. Como resultado, los flujos (GPM) son bastante grandes, pero pueden ser sostenidos en la medida en que haya agua en el tanque o deposito.

Seria ideal hacer la prueba de flujo con el tanque elevado cerrado, y valorar los resultados con unos incrementos por arriba de los intervalos durante el cual el almacenamiento esta disponible. El flujo obtenido sería la cantidad disponible cuando el almacenamiento ha sido agotado. Generalmente los departamentos de aguas resistirán teniendo sus tanques elevados apagados o cerrados a cualquier hora.

(Estos volúmenes son mínimos y se han calculado para dar tiempo al arribo del cuerpo de bomberos)

Este volumen en su caso debe ser la suma del agua requerida para hidrantes y del sistema de rociadores.

IV. Conclusiones.

- **La red hidráulica de hidrantes accionada por equipos de bombeo es el sistema contra incendio más usado en la industria Mexicana, si bien es cierto esto último, también es cierto que como son equipos que no se les da el mantenimiento adecuado.**
- **El combate oportuno de un incendio disminuye los daños tanto a las personas involucradas así como a los bienes físicos.**
- **El mantenimiento eficaz de los equipos de bombeo garantiza el suministro de agua en cantidad y presión adecuada a los hidrantes y/o rociadores automáticos.**
- **La experiencia en siniestros por incendio, revela que gran parte de la ineficacia en el combate de estos, fue por la inadecuada operación de los equipos de bombeo, lo que se traduce en programas de mantenimiento ineficientes o inexistentes.**
- **Un programa de mantenimiento completo se basa en la identificación del riesgo por falta de funcionamiento de los equipos, en pruebas periódicas de arranque y eficiencia de las bombas, en el registro y evaluación de las lecturas de las pruebas.**
- **La difusión de programas de mantenimiento de equipos de bombeo contra incendio son escasos, en parte por que la normatividad oficial mexicana sólo obliga a tenerlos pero no hace referencia a como elaborarlos (formatos, calendarios, etc.). Por otro lado son equipos olvidados en gran parte por que quedan excluidos de los equipos de producción o servicios y su uso sólo es en caso de emergencias.**

- El NFPA (National Fire Protection Asociation) es una instancia competente para seguir sus herramientas en cuanto a programas de este tipo.
- Una vez puestos en operación estos programas deberán evaluarse sus resultados y actualizarse periódicamente para el buen funcionamiento de los equipos.
- La metodología aquí propuesta podría ser la base para una norma en el desarrollo de programas de mantenimiento preventivo para equipos de bombeo utilizados en el combate de incendios.

V. Recomendaciones.

- Dada la utilidad de este tipo de programas, se recomienda que sean adoptados dentro de las actividades de mantenimiento de las empresas o instalaciones que cuentan con un equipo de combate de incendios accionados por equipos de bombeo.
- La información de los formatos es de carácter general, sin embargo existen diferentes equipos de bombeo, por lo que antes de adoptar el mantenimiento propuesto, deberá cotejarse contra los equipos existentes y en su caso adaptar el programa a las necesidades particulares
- El registro completo de actividades es de suma importancia ya que es el elemento que permite la toma de decisiones con base a las necesidades particulares de los equipos de bombeo.
- La adopción de este tipo de programas de mantenimiento es muy importante a efecto de disminuir y conservar la vida de las personas y de sus bienes materiales en caso de un incendio, por lo que se recomienda su amplia difusión.
- Dado el avance tecnológico y de control para el funcionamiento de los equipos de bombeo se recomienda investigar este tema, dada su importancia y considerando que la mínima falla de estos repercute en el funcionamiento y consecuentemente agrava las pérdidas en un siniestro por incendio.

Anexos.

VI.1. Anexo I "Propiedades del Agua".

Los hidrantes y rociadores automáticos de protección contra incendio utilizan agua como agente extinguidor, por poseer esta última entre otros beneficios las siguientes propiedades generales:

1. A la temperatura ordinaria el agua es un líquido pesado y relativamente estable (Su densidad máxima es a 4°C, 1 litro = 1 Kg.).
2. Para convertir un gramo de hielo a 0°C a agua se requieren 80 calorías; es el calor de fusión del hielo.
3. Para incrementar en 1°C la temperatura de un gramo de agua se requiere de cierta cantidad de calor a la que se le da el nombre de caloría (calor específico del agua); por lo tanto, para elevar la temperatura de un gramo de agua de 0°C a 100°C, se requieren de 100 calorías.
4. El calor de vaporización del agua (es la cantidad de calor necesaria para convertir un gramo de agua de vapor) es de 540 calorías.
5. Su costo de adquisición es relativamente bajo y normalmente se dispone de ella.

Cuando se transforma un gramo de agua a vapor su volumen aumenta aproximadamente 700 veces; de todo lo anterior resulta que la forma más efectiva de utilizar el agua contra el fuego sería arrojarla en forma de hielo o nieve, sin embargo, no existen equipos prácticos para estas aplicaciones

Las propiedades extintoras del agua o efectos del agua para la extinción del fuego son:

- **Enfriamiento:** producido por la cantidad de calor que absorbe para vaporizarse.

- **Sofocación:** debido a la atmósfera que se produce al vaporizarse el agua, que desplaza al oxígeno.
- **Emulsionamiento:** al aplicar agua pulverizada a determinados líquidos viscosos inflamables, estos líquidos inmiscibles se dispersan, se produce enfriamiento de su superficie y se reduce la emisión de gases inflamables.
- **Dilusión:** para extinguir los fuegos de algunos productos inflamables hidrosolubles.

El uso del agua se recomienda principalmente para incendios en donde intervienen productos orgánicos(madera, papel) o incendio tipo "A".

VI.2. Anexo II "Requerimientos de abastecimiento de agua".

De acuerdo al riesgo que representan las instalaciones se tiene:

RIESGOS LIGEROS Y ORDINARIOS 1,2 Y 3.

CLASIFICACION DEL RIESGO	SISTEMA DE HIDRATANTES INTERIORES		COMBINACION TOTAL DE SISTEMAS DE HIDRANTE INTERIORES Y EXTERIORES GPM (L/MIN)	DURACION EN MINUTOS
	GPM	L/MIN		
Ligero	50 ó 100	(189 ó 378.5)	100 (378.5)	30
Ordinario Gpo. 1	50 ó 100	(189 ó 378.5)	250 (946.2)	60 - 90
Ordinario Gpo. 2	50 ó 100	(189 ó 378.5)	250 (946.2)	60 - 90
Ordinario Gpo. 3	50 ó 100	(189 ó 378.5)	500 (1892.5)	60 - 120

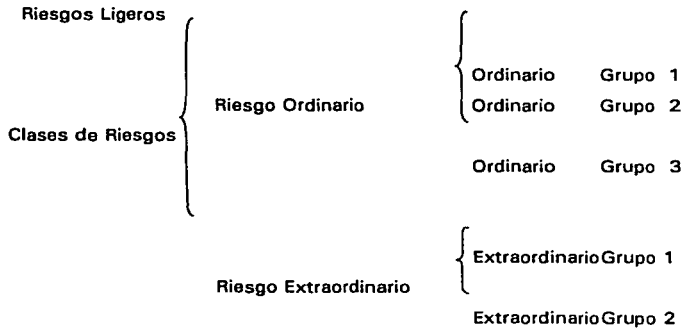
Riesgos extraordinarios:	SISTEMA DE HIDRATANTES INTERIORES		COMBINACION TOTAL DE SISTEMAS DE HIDRANTE INTERIORES Y EXTERIORES GPM (L/MIN)	DURACION EN MINUTOS
	GPM	L/MIN		
Grupo 1	50 ó 100	(189 ó 378.5)	50 (1892.5)	90 - 120
Grupo 2	50 ó 100	(189 ó 378.5)	1000 (3785)	120

CLASIFICACION DE RIESGOS

Desde el punto de vista de la protección contra incendio, se han clasificado los riesgos de tres maneras, a saber: por Ocupación, por el Tipo de Producto Almacenado y por el Tipo de Incendio.

CLASIFICACION POR OCUPACION

Por ocupación se refiere a los materiales y equipo que ocupan el área que se va a proteger. La clasificación por ocupación está relacionada únicamente a la instalación de rociadores y a su suministro de agua.



Riesgo Ligero. Ocupaciones o porciones de otras ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de lo contenido es baja y se esperan fuegos con un relativo bajo coeficiente de liberación de calor.

El riesgo ligero incluye ocupaciones que tengan condiciones similares a:

- a) Asilos o casas de convalecencia
- b) Aticos sin uso

- c) Bibliotecas, excepto en los cuartos que contengan grandes libreros.
- d) Clubes
- e) Escuelas
- f) Hospitales
- g) Iglesias
- h) Instituciones
- i) Museos
- j) Oficinas, incluye procesamiento de datos
- k) Residencias
- l) Restaurantes y áreas de descanso
- m) Teatros u auditorios, excluyendo el escenario y el proscenio

Riesgo Ordinario (Grupo 1)

Ocupaciones o porciones de otras ocupaciones, donde la combustibilidad es baja, la cantidad de los combustibles es moderada y se esperan fuegos con un moderado coeficiente de liberación de calor.

Este riesgo incluye ocupaciones que tengan condiciones similares a:

- a) Área de servicio de hoteles y restaurantes
- b) Enlatadoras
- c) Estacionamientos
- d) Fábricas de bebidas (no alcohólicas)
- e) Fábricas de partes electrónicas
- f) Fábrica de productos lácteos
- g) Fábrica de vidrio o productos de vidrio
- h) Lavanderías
- i) Pastelerías

Riesgo Ordinario (Grupo 2). Ocupaciones o porciones de otras ocupaciones donde la cantidad y la combustibilidad de lo contenido es moderada y se esperan fuegos con un moderado coeficiente de liberación de calor.

Anexo II: Requerimientos de abastecimiento de agua

Este riesgo incluye operaciones que tengan condiciones similares a:

- a)Asfalto saturado**
- b)Baño de pintura o barniz**
- c)Limpieza de solventes**
- d)Procedimientos de recubrimiento**
- e)Rocío con líquidos inflamables**

VI.3. Anexo III "El mantenimiento en la organización de la empresa".

Desde la aparición del hombre en la tierra y aún en las otras especies del reino animal, la organización hace acto de presencia. Esta es necesaria para la supervivencia y conservación de la misma³. Se asegura que las especies extintas desaparecieron por carácter de organización, más que por causa de sus depredadores, estableciéndose así que una institución o empresa tiende a desaparecer a medida en que su organización es nula o deficiente.

Cuando la organización tomó mayor auge, con las culturas guerrero-religiosas, aparece de manera definida la administración y el proceso administrativo, con la determinación concreta de objetivos y planes, así como el trazo de estrategias para la obtención de resultados en un tiempo preestablecido.

Para su logro fue necesaria la conformación de una organización, de tipo religiosa, militar o mixta, a cuyo frente aparecía un líder (dirección), con su grupo de control, que al evaluar, retroalimentaba conforme a lo esperado (planeación). De esta forma se tenía un proceso cíclico.

Estos tipos de organización hasta la fecha perduran, con los principios de jerarquía, establecimiento de funciones y responsabilidades por puesto o cargo, sino también en las estructuras civiles, adaptadas en cuanto a la incondicionalidad respecto hacia el puesto superior.

El objetivo de establecer la "Organización" de una empresa es definir una estructura que busque el mejor aprovechamiento de sus recursos, coordinando y vigilando sus actividades.

Como no existen dos empresas idénticas, es necesario estudiar los factores que afectan la información de su estructura, como son:

- Objetivos de la empresa.
- Planeación de la empresa.
- Actividades que desarrollan.

³ Herrera Fernández – J. Avila Espinosa / Capítulo 3 Conceptos Básicos del Mantenimiento.

- Calificación del personal.
- Capacidad de la planta.
- Grado de sistematización.
- Tipo de productos que fabrica.
- Tipo de servicios que presta.

Para la estructuración de la organización de una empresa deben tomarse en consideración los siguientes principios básicos:

- Establecimiento de las líneas de autoridad, coordinación y responsabilidad.
- Clasificación del trabajo.
- Reunión y división del trabajo.

La estructuración de una empresa tiene su origen en la necesidad de delegar responsabilidades debido a las limitaciones para una persona de:

- Tiempo para efectuar todo el trabajo.
- Imposibilidad física.
- Capacidad, técnica para conocer todas las aptitudes.
- Vigilar todo el trabajo.

Para la determinación de la distribución de trabajo, se requiere del establecimiento previo de la estructura orgánica de la empresa, en la que es necesario definir para el mantenimiento, como para todas las actividades en general, su posición dentro de ésta y su relación con otras áreas.

Para cada empresa existe una organización en particular, sin embargo, el mantenimiento generalmente depende del área Administrativa o de la Producción.

El adecuado mantenimiento de una empresa depende de su adecuada valoración, que como responsable de la conservación de los bienes físicos, debe considerársele a nivel de Dirección, reportando directamente a la Dirección General.

En ocasiones se presenta en las empresas, que la estructura de su organización se desarrolla con base a las personas con las que se cuenta. De esta forma se ajustan las funciones, responsabilidades y fundamentalmente las líneas de autoridad, como resultado

de

índole; eventualmente se considera la capacidad de la persona.

En estos casos, de ocupación de puestos por recomendación y no por méritos, se debe estimar el sobrecosto y los riesgos que representa a la empresa esta forma de estructuración. , Particularmente en el caso de los equipos de bombeo de un sistema de combate contra incendio.

El mantenimiento, afortunadamente, no representa en muchos casos una opción atractiva, que por su dificultad técnica, alta disponibilidad, fuerte demanda de trabajo y la necesidad de obtener resultados prácticos y oportunos.

La Organización, por lo tanto debe procurar la más adecuada división del trabajo y el mayor rendimiento posible, con base a objetivos comunes.

Como ejemplo de este criterio, se relacionan las funciones de una empresa, agrupadas en Departamentos para una Organización grande, en la cual existe una simple y adecuada distribución de responsabilidades.

En las empresas de menor tamaño se tendrán funciones similares, pero no se tendrán los departamentos y/o el personal para cubrirlos en forma biunívoca, por lo que se tendrán que agrupar dos o más funciones en un solo departamento, sin dejar por esto de tener identificadas y en lo posible independientes entre sí las funciones.

Para empresas de mayor tamaño, aplicando en forma similar el mismo concepto, habrá un mayor número de funciones, o bien pudieran ser las mismas pero más subdivididas, lo que dará origen a un mayor número de departamentos y/o personal.

El organigrama es la representación gráfica de la Organización de una Empresa, indicando las líneas de autoridad, funcionalidad y responsabilidad. Así en el Organigrama se tiene la definición de la coordinación y la facilitación entre líneas.

Por lo anterior es fundamental que todo el personal conozca el organigrama, para el mejor desarrollo de sus funciones a realizar dentro de la Empresa.

La difusión del Organigrama de una Empresa y los particulares de las diferentes áreas de trabajo es fundamental para aprovechar las ventajas de comunicación, orden y respeto entre el personal.

Una buena práctica de presentación del Organigrama de la Empresa, es mediante el montaje de un tablero o pizarrón, visible al personal, utilizando de preferencia las fotografías y nombre de los trabajadores.

En cualquiera de las estructuras organizativas, es importante que los directivos la respeten, para así poder pedir que sean respetadas. De otra forma se tendría anarquía o autoritarismo; esto es el mismo caso, en que los superiores dan ordenes directas a los trabajadores de niveles inferiores.

En la industria la planeación, programación, construcción, operación y conservación de los bienes físicos de una Empresa, son funciones de uno o varios departamentos, pudiendo ser actividad base de uno de ellos, efectuado en forma independiente o bien a través de una interacción departamental.

Esta interacción debe ser entendida por el personal, haciendo que él desarrolle su trabajo dentro de un equipo con total compromiso a su departamento y empresa en las grandes empresas el Mantenimiento se localiza dentro de Ingeniería de la Plata.

En otros tipos de empresas de servicios públicos en los que se tiene una gran cantidad de equipo e instalaciones el Mantenimiento debe tener nivel de Dirección.

En los hoteles de primera categoría se le reconoce a Mantenimiento su trascendencia e importancia para brindar un adecuado servicio incluso en algunas cadenas hoteleras se tienen visitas a las instalaciones y cuarto de maquinas por los huéspedes, para que constaten la limpieza sistema y buen funcionamiento de los equipos de seguridad.

Esta práctica tiene ventajas adicionales, a la comercial directa, como son presión y motivación para el personal de Mantenimiento para el desarrollo de sus funciones, al dignificarlo y reconocerlo públicamente; a los directivos se les permite tener presente una de las funciones básicas para brindar un buen servicio.

Existen grandes empresas, en las cuales a pesar de que el Mantenimiento es básico (comercios y hospitales), al Mantenimiento no se le considera al nivel de Dirección.

Frecuentemente al Departamento de Mantenimiento se le hace depender del área administrativa y como parte de la subárea de servicios, con la consecuente deficiencia técnica, operativa y/o de planeación. Un Mantenimiento inadecuado de los equipos de bombeo utilizados en sistemas de combate de incendios representa riesgos muy altos para los bienes físicos de la Empresa, de la vida de su personal y de las personas o colindantes que estén presentes en caso de un incendio.

El personal de Mantenimiento debe conocer perfectamente los equipos de bombeo y por lo tanto la operación de los mismos, de aquí que es capaz de establecer las limitantes y los criterios de funcionamiento de estos aparatos. Esta es una ventaja importante que debe considerarse en la evaluación de los puestos, ya que el personal de Mantenimiento no sólo opera estos equipos sino que también es capaz de garantizar la operación en

cualquier momento de los mismos. Además es el responsable de llevar a cabo las pruebas periódicas de arranque y de medición de flujo.

De esta forma, los encargados del Mantenimiento a las bombas deben de vigilar el buen uso de estos equipos para lo cual se requiere de liderazgo sobre el personal de operación y de los trabajadores en general relacionados con estos bienes, debiendo reflejarse vertical y horizontalmente. Es decir, el encargado de mantenimiento debe ejercer su autoridad con todo aquel (interno y externo) vinculado con estos equipos de impulsión.

En Mantenimiento se tienen dos diferentes tipos de personal, en función del desarrollo de sus actividades:

- Mano de obra directa. Es el personal encargado de realizar las tareas o Mantenimiento directo, son trabajadores, generalmente de niveles inferiores comandados por un trabajador experto que efectúa tanto tareas como funciones de apoyo.
- Personal de apoyo. Este realiza funciones administrativas, sustantivas y de logística con empleados de diferentes especialidades. El área técnica de apoyo deseablemente deberá estar integrada por ingenieros.

Con base a los conceptos anteriores, la Empresa debe establecer la estructura formal de Mantenimiento, definiendo su participación en el desarrollo de sus funciones.

El desarrollo de las tareas de Mantenimiento directo se define por grupos de trabajo o brigadas, pero para el caso del Mantenimiento directo a los equipos de bombeo debe existir siempre un responsable o bien un coordinador para el caso de contratación externa, que en muchos casos permite un mejor aprovechamiento, al absorber las variaciones de carga de trabajo, uniformando la carga de trabajo.

Para el adecuado desarrollo del Mantenimiento es necesario contar con el soporte administrativo, que recabe la información básica y establezca el sistema que permita obtener el máximo beneficio de los bienes físicos de la Empresa y el adecuado aprovechamiento de los recursos que se aplicarán a través del Mantenimiento.

Para el registro de las actividades se utiliza un documento denominado Bitácora en el que se da el registro regular de los acontecimientos importantes en el desarrollo del Mantenimiento, indicando las instrucciones dadas y recibidas que representen una responsabilidad adicional al desempeño normal del funcionamiento de los equipos

asimismo aquí deberán registrarse según los tiempos establecidos, y bajo un formato, preestablecido, las pruebas de arranque y la eficiencia de los equipos de bombeo.

Bibliografía.

American Mutual Insurance Alliance. Simplified Water Supply Testing
4 th Edition, Chicago Illinois, 1964

Seguros Comercial América Manual Técnico de Incendio
México, 1994.

National Fire Protection Association Manual de Protección contra incendio
Editorial MAPFRE, S.A., Madrid.

Fire Protection Publications by Pat D. Brock Fire Protection Hydraulics and Water Supply Analysis
First Edition, 1990, Oklahoma State University.

Muenchener México, Curso sobre protecciones contra incendio
Mile Ostojich, Venezuela Caracas, 2000

MAPFRE RE, Curso sobre la evaluación del riesgo en instalaciones de almacenamiento
México, D.F., 5 y 6 de Junio de 2001.

Herrera Fernández – J. Avila Espinosa / Capitulo 3 Conceptos Básicos del Mantenimiento.
Sociedad Mexicana de Mantenimiento, México 1995.

Secretaría de Trabajo y Previsión Social Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000,
Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros
de trabajo. Septiembre 2000, México.