**CAPÍTULO 4**

1. **CÁLCULOS Y SELECCIÓN DE BOMBAS CONTRA   
   INCENDIO.**

Dentro de un Sistema contra Incendios es de vital importancia conocer y escoger el equipo de bombeo apropiado.

La norma (NFPA 20) establece requisitos para el diseño y la instalación de estas bombas que pueden ser de una o más etapas, de eje horizontal o vertical, además de los motores y equipos asociados.

El propósito de esta norma es proveer un grado razonable de protección contra el fuego, para la vida y propiedades a través de requerimientos de instalación de bombas centrifugas contra incendio basados en principios de ingeniería, información de prueba y experiencia en campo.

* 1. **Cálculos y Aplicación de Parámetros para la Selección de Bombas Contra Incendio**

El uso de las bombas contra incendio ha evolucionado con el tiempo y por necesidad de modernos sistemas de protección como los rociadores automáticos, que exigen mayor suministro de agua. Es así que en el presente las bombas de incendio normal son centrifuga.

Su solidez, fiabilidad, fácil mantenimiento y características hidráulicas; así como la variedad de formas de accionamiento (motores eléctricos, turbinas de vapor y motores de combustión interna), han dejado postergada a otros tipos de bombas que existían antes. Las características destacables de las bombas centrifugas, verticales u horizontales son:

* Elemento giratorio: formado por un eje y uno o varios rodetes.
* Elemento estacionario (carcasa)
* Elementos de cierre
* Aumenta la energía del fluido por la acción de la fuerza centrífuga.
* Se adapta a trabajos a velocidades altas.
* El líquido sale perpendicular al eje de rotación del álabe o rodete.
* En bombas de alta presión pueden emplearse varios rotores en serie.
* En las bombas de baja presión, el difusor es un canal en espiral.
* En el caso de flujos bajos y altas presiones, la acción del rotor es en gran medida radial.
* En flujos más elevados y presiones de salida menores, la dirección de flujo en el interior de la bomba es más paralela al eje del rotor.
* Flujo mixto es cuando la transición de un tipo de condiciones a otro es gradual, y cuando las condiciones son intermedias.
* Las bombas centrífugas, al contrario que las de desplazamiento positivo, no son auto aspirantes y requieren de cebado previo al funcionamiento.
* Generalmente se considera como tamaño de una bomba centrifuga horizontal al diámetro del orificio de descarga, a veces se indica el tamaño por los diámetros de las bridas de las tuberías tanto de salida como de aspiración.
* El tamaño de las bombas verticales de turbinas es el diámetro de la columna de la bomba.
* Además se tiene que considerar potencia efectiva frente a descarga (potencia en caballos de vapor frente a galones por minuto).
* Rendimiento frente a descarga (potencia útil/potencia empleada frente a galones por minuto).
* Además en la selección de bombas existen otros parámetros como velocidad especifica que es el índice para el tipo de bomba, el NPSH ó presión de aspiración positiva neta.
  + 1. **Caudal**

El caudal de un líquido a través de un orificio puede expresarse en función de la velocidad y de la superficie de la sección transversal de la corriente, siendo la relación básica.

 (4.1.1.a)

Si se conoce que: 



Para d en pulgada y Q en galones/minuto

 (4.1.1.b)

Además si h=2.31 pies, el caudal Q en galones/minuto será:



 (4.1.1.c)

En unidades métricas d en cm, Pv en Kg. /cm, de donde Q en Litro/min, será:.

 (4.1.1.d)

Si por medio de experimentos de laboratorio se ha demostrado que el: coeficiente de velocidad normalizado (Cv) es 0.98 y (Cv) para un tubo cilíndrico corto es igual a 0.82.

Un tubo acoplado a un orificio de su mismo diámetro y con longitud de 2½ veces al Ø del tubo, se llama tubo corto normalizado.

Para algunas bocas de salida diseñadas de modo que la superficie real de la sección transversal del chorro sea menor que la superficie del orificio, a esta diferencia es lo que se llama **coeficientes de contracción Cc**, por lo tanto este varía de acuerdo al diseño y la calidad del orificio o boquilla.

En orificios con aristas vivas, el valor  es aprox. 0.62

En la práctica  y  pueden cambiarse en un solo coeficiente de descarga ().



Glns /min. (4.1.1.e).

Litros/min. (4.1.1.f)

Para caudal teórico =1

* + 1. **Cabezal o Presión Total**

En cualquier punto de un sistema de tubería que contenga agua en movimiento existe una altura piezomètrica  (presión normal), que actúa perpendicular a las paredes del tubo, independientemente de la velocidad y una altura de velocidad  (presión debida a la velocidad) que actúa paralelamente a la pared del tubo pero que no ejerce ninguna presión contra la misma.

De allí que el cabezal o presión total H es:



 (Lbs. /in²)

(Kg /cm²)

Para una bomba la presión total o cabezal es la energía transmitida al líquido al pasar por la misma.

 (4.1.2.a)

* + 1. **Velocidad Especifica (***Ns***)**

La velocidad especifica de una bomba centrifuga es igual al número de revoluciones por minuto de un rodete geométricamente semejante, que descarga un galón por minuto () con una altura total de un pies (1m).

La formula de la velocidad específica de una bomba centrifuga es:

 (4.1.3.a)

La velocidad especifica () es un índice para el tipo de bomba. La experiencia demuestra que la velocidad específica es una guía útil para determinar la altura máxima de aspiración a la presión mínima de aspiración.

Los rodetes para altas presiones normalmente tienen velocidades específicas bajas, mientras que las de bajas presiones tienen velocidades específicas altas.

Cuando la altura de aspiración excede 15 pies (4.6m), pudiera ser necesario disponer de una bomba mayor pero de menor velocidad.

Cuando la altura de aspiración es baja existe presión positiva de aspiración, puede emplearse una bomba más pequeña pero de mayor velocidad.

* + 1. **Presión de Aspiración Positiva Neta (NPSH)**

Es la presión que hace que el líquido fluya a través de la tubería de aspiración hacia el oído del rodete de la bomba.

La bomba por sí mismo no es capaz de elevar el agua y por ello la presión de aspiración depende de la naturaleza del abastecimiento.

Si la bomba toma agua de un nivel más bajo de su posición, la presión de aspiración es la atmosférica menos la altura de elevación de la bomba.

Si el nivel del agua estuviera por encima de la bomba, la presión de aspiración es la atmosférica más la presión estática.

La lectura de la presión en la brida de entrada a una bomba con elevación, son negativas respecto al manómetro, pero positivas cuando se refieren a la presión absoluta; de aquí resulta la expresión presión de aspiración positiva neta NPSH,(la presión absoluta es la del manómetro más la barométrica).

Cuando el agua está encima de la bomba:

NPSH=Presión atmosférica, en pies (m) + presión estática de aspiración en pies (m) –pérdidas de fricción en tuberías y accesorios, en pies (m) – presión de vapor del liquido en pies (m).

Cuando el nivel del agua está por debajo de la bomba:

NPSH= Presión atmosférica en pies (m ) – altura estática en pies (m) – pérdidas de fricción en tuberías y accesorios, en pies (m) – presión de vapor del liquido, en pies (m).

Los fabricantes de bombas suministran con sus productos las curvas de NPSH frente a galones por minuto; ver Fig. (4.1)



**FIGURA 4.1 CURVA DE PRESIÓN DE ASPIRACIÓN POSITIVA NETA (NPSH)**

En cualquier instalación de bombeo, el NPSH disponible en el sistema debe ser igual o mayor al NPSH de la bomba a las condiciones de funcionamiento deseadas.

SI el NPSH fuese mayor al NPSH del sistema, debe de modificarse el dispositivo de aspiración o disponer de una bomba de características más adaptadas a esas condiciones.

La Norma NFPA 20 recomienda que la altura total de aspiración (pérdidas por fricción y accesorios, más la altura estática) no debe exceder de 15 pies (4.6m) al nivel del mar, esta cifra debe reducirse en un pies por cada mil pies de altitud en el punto de instalación de la bomba (1m por cada 1000m de altitud).

* + 1. **Cavitación**

La cavitación o aspiración en [vacío](http://es.wikipedia.org/wiki/Vac%C3%ADo_(f%C3%ADsica)) es un efecto [hidrodinámico](http://es.wikipedia.org/wiki/Hidrodin%C3%A1mica) que se produce cuando el [agua](http://es.wikipedia.org/wiki/Agua) o cualquier otro [fluido](http://es.wikipedia.org/wiki/Fluido) en estado líquido pasa a gran velocidad por una arista afilada, produciendo una descompresión del fluido debido a la conservación de la constante de Bernoulli ([Principio de Bernoulli](http://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_Bernoulli)). Puede ocurrir que se alcance la [presión de vapor](http://es.wikipedia.org/wiki/Presi%C3%B3n_de_vapor) del [líquido](http://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADquido) de tal forma que las [moléculas](http://es.wikipedia.org/wiki/Mol%C3%A9cula) que lo componen cambian inmediatamente a estado de [vapor](http://es.wikipedia.org/wiki/Vapor_(estado)), formándose burbujas o, más correctamente, cavidades. Las burbujas formadas viajan a zonas de mayor presión e [implotan](http://es.wikipedia.org/wiki/Implosi%C3%B3n) (el vapor regresa al estado líquido de manera súbita, «aplastándose» bruscamente las burbujas) produciendo una estela de gas y un arranque de metal de la superficie en la que origina este fenómeno.

La implosión causa [ondas](http://es.wikipedia.org/wiki/Onda_(f%C3%ADsica)) de presión que viajan en el líquido. Estas pueden disiparse en la corriente del líquido o pueden chocar con una superficie. Si la zona donde chocan las ondas de presión es la misma, el material tiende a debilitarse metalúrgicamente y se inicia una erosión que, además de dañar la superficie, provoca que ésta se convierta en una zona de mayor pérdida de presión y por ende de mayor foco de formación de burbujas de vapor. Si las burbujas de vapor se encuentran cerca o en contacto con una pared sólida cuando implosionan, las fuerzas ejercidas por el líquido al aplastar la cavidad dejada por el vapor dan lugar a presiones localizadas muy altas, ocasionando picaduras sobre la superficie sólida.

El fenómeno generalmente va acompañado de ruido y vibraciones, dando la impresión de que se tratara de grava que golpea en las diferentes partes de la máquina.

Se puede presentar también cavitación en otros procesos como, por ejemplo, en hélices de barcos y aviones, bombas y [tejidos vascularizados](http://es.wikipedia.org/wiki/Tejido_vascular) de algunas plantas.

Se suele llamar [corrosión](http://es.wikipedia.org/wiki/Corrosi%C3%B3n) por cavitación al fenómeno por el que la cavitación arranca la capa de óxido (resultado de la [pasivación](http://es.wikipedia.org/wiki/Pasivaci%C3%B3n)) que cubre el metal y lo protege, de tal forma que entre esta zona ([ánodo](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81nodo)) y la que permanece pasivada (cubierta por óxido) se forma un [par galvánico](http://es.wikipedia.org/wiki/Par_galv%C3%A1nico) en el que el ánodo (el que se corroe) que es la zona que ha perdido su capa de óxido y la que lo mantiene ([cátodo](http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1todo)).

* + 1. **Leyes de Afinidad**

Las relaciones matemáticas como presión o altura, caudal, potencia efectiva y diámetro del rodete se llaman “Leyes de afinidad”

1. Ley # 1 “Diámetro de rodete constante con variación de velocidad”



1. Ley # 2 “Velocidad constante con variación en el diámetro del rodete”



Deben aplicarse las leyes de afinidad cuando se pretenda cambios en las instalaciones de una bomba de incendios que aumentarían la velocidad o incrementarían sustancialmente la presión del líquido aspirado.

La mayor velocidad aumentaría la demanda de potencia y podría generar excesiva presión de descarga.

Cuando se trate de bombas que trabajen con altura de aspiración, los cambios posibles deben estudiarse cuidadosamente, ya que una velocidad mayor en la tubería de aspiración podría causar cavitaciones y alterar fundamentalmente la curva característica.

* + 1. **Capacidad, Presión Nominal y Potencia de las Bombas   
       Contra Incendio**
* La capacidad y presión nominal de las bombas contra incendios deben ser las adecuadas para satisfacer las demandas de caudal y presión correspondientes a la instalación en que se usaran.
* Las bombas contra incendio deben calcularse para ofrecer su capacidad nominal, incluyendo un factor de seguridad (150% de la capacidad nominal a por lo menos 65% de la de la presión nominal) para proporcionar cierta protección en caso de que se presente una demanda superior a la prevista durante un incendio.

Antes de acoplar a la bomba un motor o medio impulsor, es necesario conocer la demanda máxima de potencia efectiva de la bomba a su velocidad nominal.

Esto puede, determinarse directamente a partir de la curva de potencia suministrada por el fabricante de la bomba “las bombas de incendio típicas alcanzan su máxima potencia efectiva entre 140% y 70% de su capacidad nominal.

La potencia se calcula de no haber curvas, por medio de la siguiente fórmula:

 (4.1.7.a)

 (4.1.7.b)

E= Potencia Útil / Potencia Empleada

El rendimiento a la máxima potencia efectiva es del 60% al 75%.

En unidades métricas:

 (4.1.7.c)

* 1. **Selección de Bombas y Fuerzas Motriz**

Las bombas centrifugas contra incendio deberán ser certificadas para el servicio de protección contra incendio.

Las curvas de las pruebas certificadas del taller del proveedor que muestran la capacidad de carga y potencia al freno de la bomba, deberán ser proporcionada por el fabricante al comprador, que a su vez deberá proporcionar esta información a las autoridades competentes (Cuerpo de Bomberos).

La unidad que consta de una bomba, motor y un controlador deberá funcionar de acuerdo a la Norma NFPA 20 como una sola unidad completa cuando se instale; la unidad completa deberá ser probada en sitio en cuanto a su funcionamiento de acuerdo a esta norma.

* + 1. **Selección de la Fuerza Motriz para Bombas Contra Incendio**

El motor debe estar dimensionado para tener la potencia suficiente para accionar la bomba y el tren del motor en todos los puntos del diseño.

El tipo de energía necesaria para accionar las bombas de incendios se escoge en base en su fiabilidad, adecuación, economía y seguridad.

La fiabilidad del suministro de energía eléctrica de la red pública puede juzgarse por medio de historial de interrupción del servicio, o mediante una revisión de las fuentes de abastecimiento y de la red de distribución del sistema.

Los motores de combustión interna tienen la ventaja de que no dependen de un suministro continuo exterior.

* + - 1. **Motores Eléctricos**

Los motores eléctricos para impulsar bombas de incendios no están específicamente aprobados o certificados. Pero se exige que estén fabricadas por empresas de confianza de acuerdo a la NEMA o CEMA.

El fabricante de la bomba o el contratista que hace la instalación son responsables de proporcionar un motor de capacidad suficiente de modo que no se exponga a sobrecargas que excedan del límite del factor de servicio a la potencia máxima efectiva y a la velocidad nominal.

La velocidad del motor sin carga a la temperatura de trabajo no debe exceder más de un 10% de la velocidad a plena carga y a la temperatura de trabajo.

Los motores de corriente alterna más comúnmente empleados son los de tipo inducción en jaula de ardilla, para estos la caída de tensión no debe ser tan grande que impida el arranque del motor, es decir no más del 10% por debajo de la tensión normal en el momento de la puesta en marcha.

Cuando el motor está funcionando a los valores nominales de capacidad, presión y velocidad de la bomba, la tensión de la red no debe caer más del 5% por debajo de la indicada en la placa de identificación del motor.

Este tipo de motor debe tener un par máximo de arranque normal.

Si los requerimientos de agua son mayores que los de una unidad de bombeo funcionando, las unidades deben arrancar con intervalos de 5 a 10 segundos. La falla de un motor guía no deberá impedir el encendido de las unidades de bombeo subsiguientes.

Todos los motores deben cumplir con NEMA MG-1

Motores y generadores deben estar marcados en cumplimiento con las normas del diseño NEMA B y deberán ser específicamente certificados para servicio de bomba contra incendio.

Todos los motores deben estar nominados para servicio continuo.

Los motores para bombas de tipo ejes de turbinas vertical deberán ser del tipo a prueba de goteo o de inducción jaula de ardilla.

Los motores utilizados a altitudes mayores a 3300 pies (1000m) deberán funcionar y disminuir su capacidad nominal de acuerdo a la norma MG.1 de NEMA.

Deberá suministrarse un diagrama de conexiones para terminales del motor, para motores de puntas múltiples por parte del fabricante.

Los motores para uso de bombas contra incendios se clasifican midiendo la potencia desarrollada en funcionamiento con todos sus complementos y descontando una pequeña cantidad de desgaste.

Otros motores para bombas de incendio se clasifican en base a su potencia útil, que se calcula dividiendo la potencia bruta del motor por 1.20. Aproximadamente el 20% de la potencia bruta del motor se destina al funcionamiento de los complementos, reserva de potencia, desgaste y tolerancias de acuerdo al fabricante.

Las curvas de pruebas del fabricante del motor se basan en presiones normales barométricas al nivel del mar y a 60ºF (15.5ºC). La potencia útil de un motor para bomba de incendios debe reducirse, por cada 1000 pies de altitud en un 5% para motores a gasolina y un 3% para motores a diesel.

Un 1% por cada 10ºF por encima de los 60º F.

Un 18% por cada 10ºC en exceso de 15ºC.

* + - 1. **Motores a Diesel**

La selección de un equipo de bombeo contra incendio conducido por un motor de combustión interna a diesel para cada situación deberá estar basada en una consideración cuidadosa de los siguientes factores:

1) Tipo de control de mayor confiabilidad.

2) Suministro de combustible.

3) Instalación eléctrica y mecánica.

4) Funcionamiento del encendido.

5) Funcionamiento del motor a diesel.

El motor diesel de ignición por compresión ha demostrado ser el más eficiente y confiable de los motores de combustión interna para conducir bombas contra incendios.

Los motores deberán ser aceptables para nominaciones de caballos de fuerzas certificadas por el laboratorio de pruebas para condiciones de Norma SAE.

Respecto a la conexión del motor a la bomba tipo horizontal por medio de un acoplamiento flexible o eje de conexión flexible deberá ser adherido directamente y certificado. Las bombas y motores, en tipo de bombas acopladas por separado deberán estar alineadas de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la bombas y la norma para bombas centrifugas, rotatorias y reciprocantes del Instituto de Hidráulica.

En el caso de bombas de tipo eje de turbina vertical los motores deberán conectarse a las bombas de turbina vertical por medio de un conductor de engranaje de ángulo recto con un eje de conexión flexible certificado que prevenga la tensión inadecuada ya sea para el motor o para el conductor de engranaje, en este caso el requerimiento de potencia de la bomba deberá ser aumentado para permitir la pérdida de potencia en el engranaje del conductor.

* + 1. **Clases y Selección de Bombas Contra Incendio**

Las bombas contra incendios se emplean frecuentemente para complementar la aportación de los sistemas de conducción pública, depósitos de gravedad, depósitos a presión etc. No se recomienda su uso como único medio de suministrar agua a los sistemas privados de protección contra el fuego.

Después de haber pasado algunas innovaciones en los diferentes tipos de bombas contra incendio con el fin de mejorar su aplicación y garantizar su uso, se llego a las bombas de incendio centrifugas que por su solidez, fiabilidad, fácil mantenimiento y características hidráulicas, así como por la variedad de formas de accionamiento (motores eléctricos, motores de combustión interna y turbinas de vapor) están dominando el campo de aplicación por el momento.

* + - 1. **Clases de Bombas**

Existen bombas de incendios verticales y horizontales de tipo aprobado, con capacidades nominales de hasta 4000 galones por minuto (15m³ /min). Las presiones nominales varían desde 40 a 200 lbs.\pulg.² (2.8 a 14 Kgs/m²) en las horizontales y entre 75 a 280 lbs./pulg.² (5.3 a 19 Kgs /cm²) en las bombas de turbinas verticales.

Existen bombas especiales para el servicio de incendio con capacidades de 150, 200,300 y 450 galones por minutos y con presiones entre 40 y 100 lbs./pulg.²

La capacidad de sobrecarga de estas bombas se reduce al 130%.

La Norma NFPA 20 es “Para instalación de Bombas de Incendio Centrifugas”

Los dos componentes principales de las bombas centrifugas son el disco llamado “impulsor o rodete” y la carcasa dentro de la que se guía. El principio del funcionamiento es la conversión de la energía cinética en energía de velocidad y de presión.

La energía del motor (eléctrico, combustión interna o de turbina de vapor) se trasmite directamente a la bomba por su eje haciendo rodar al rodete a gran velocidad.

Los pasos de conversión de energía varían según el tipo de bombas.

De flujo radial la presión se forma principalmente por la acción de la fuerza centrifuga. Normalmente el líquido entra en el rodete por el centro y fluye Radialmente hacia la periferia.

De flujo mixto la presión se forma parcialmente por la fuerza centrifuga y parcialmente por la elevación de las paletas sobre el liquido. El caudal entra axialmente y se descarga en dirección axial y radial.

De flujo axial o propulsor la mayor parte de la presión se forma por la acción de impulsión o de elevación de las paletas sobre el líquido. El caudal entra axialmente y se descarga casi axialmente.

* + - * 1. **Centrifugas de Eje Horizontal.**

La bomba centrifuga con difusor de caracol, de doble aspiración y de una sola etapa, de eje horizontal es el tipo más comúnmente empleada por el servicio de protección de incendios. En estas bombas el flujo de agua tras entrar por el orificio de aspiración y pasar por el interior de la carcasa o caja se divide y entra por ambos lados del rodete a través de una abertura llamada oído de la bomba. La rotación del rodete conduce el agua por fuerza centrifuga desde el oído hacia el borde y a través del caracol hasta la descarga.



**FIGURA 4.2 BOMBA CENTRÍFUGA EJE HORIZONTAL**

La energía cinética adquirida por el agua en su paso a través del rodete se convierte en energía de presión por la reducción gradual de la velocidad en el interior del caracol.

Las bombas centrifugas de eje horizontal para control de incendios deben instalarse de forma que funcionen con presión de aspiración positiva, especialmente con arranque automático o manual a distancia.

Se recomienda que las bombas de incendio tomen el agua de depósitos cubiertos no subterráneos de agua potable.

El volumen de abastecimiento para toma de aspiración debe ser suficiente para alimentar a la bomba en régimen de sobrecarga durante el tiempo estimado de demanda de agua.

Las bombas de incendio que trabajan con altura de aspiración deben estar provistas de dos cebadores fiables e independientes. Las bombas no deben proporcionar agua hasta que no se haya extraído todo el aire, y los rodetes, cajas y tuberías de aspiración estén llenos de agua. Las bombas centrifugas de eje horizontal son particularmente adecuadas para elevar la presión de un suministro municipal o privado, desde un tanque de almacenamiento en donde exista carga estática positiva.

Un almacenamiento deberá ser suficiente para abastecer la demanda que se establezca por un periodo esperado y la carga disponible desde un suministro de agua deberá ser calculada con base en el flujo del 150% de la capacidad nominal. Esta carga deberá ser la indicada por una prueba de flujo.

La presión neta de cierre (caudal cero) de la bomba más la presión máxima de succión estática ajustada por elevación, no deberá superar la presión para la cual han sido nominados los componentes del sistema.

Se debe proveer flujo suficiente de agua para prevenir que la bomba se sobrecaliente cuando se opere sin descarga. La válvula de alivio de circulación no deberá estar puesta junto a la caja de empaque o a los drenes de borde para goteo.

Resulta un diseño pobre el sobredimensionar la bomba contra incendio y su motor, después de contar con la válvula de alivio de presión para liberar la presión en exceso. Una válvula de alivio de presión no es método aceptable de reducción de presión del sistema bajo condiciones nominales de funcionamiento y no deberá ser utilizada como tal.

Una bomba contra incendio deberá ser seleccionada en el rango de funcionamiento desde el 90% hasta el 150% de su capacidad nominal.

El funcionamiento de la bomba cuando se aplique a capacidades por encima del 140% de la capacidad nominal puede verse severamente afectada por las condiciones de succión. No se recomienda la aplicación de la bomba a capacidades menores al 90% de la capacidad nominal.

Con condición de succión apropiada, la bomba puede funcionar en cualquier punto en su curva característica desde el cierre hasta el 150% de su capacidad nominal.

El tamaño mínimo de la válvula de alivio automática es de ¾”(19 mm) para bombas con capacidad nominal que no sobrepasen los 2500gpm (9462 litros/min.) y 1” (25.4mm), para bombas con capacidad nominal de 3000 a 5000gpm (11355 a 18925 litros/min).

En donde la válvula de alivio haya sido conectada ante de la succión, deberá suministrarse una válvula de alivio.

* + - * 1. **Tipo Turbinas de Eje Vertical**

Las bombas verticales de tipo turbinas se empleaban originalmente para elevar agua de pozos profundos. Como bombas de incendios, se recomiendan para aquellos casos en que las bombas horizontales trabajarían con altura de aspiración.

Una característica valiosa de las bombas verticales es su capacidad de trabajar sin necesidad de cebado. Las bombas verticales pueden emplearse para bombear agua de arroyos, lagunas y pozos, etc.

No se recomienda para el servicio de incendio, la aspiración de agua de pozos, aunque es aceptable cuando la adecuación y fiabilidad del pozo y toda la instalación está hecho en conformidad con la Norma NFPA 20



**FIGURA 4.3 BOMBA CENTRÍFUGA DE EJE VERTICAL**

Las bombas verticales de incendio típicas consisten esencialmente de un cabezal de motor con su engranaje de accionamiento en ángulo recto, un tubo vertical y un acoplamiento de descarga, un eje motor (que contiene los rodetes) y un filtro de aspiración.

Su operatividad es comparable a las bombas centrifugas horizontales de varias etapas, con excepción de la presión de cierre (a caudal cero), la curva característica es igual a la de las bombas horizontales.

Las bombas verticales tienen las mismas clasificaciones normalizadas de capacidad (caudal), que las horizontales.

Cambiando el número de etapas o el diámetro de los rodetes, el fabricante de la bomba puede ofrecer una presión total especifica a una velocidad dada.

Las bombas verticales no deberán suministrar menos del 150% de la capacidad nominal a una carga no inferior a 65% de la carga total nominal. La carga total de cierre no deberá superar el 140% de la carga total nominal.

La carga de la bomba deberá ser del tipo por encima o debajo de la tierra. Deberá estar diseñada para soportar el motor, la bomba, la columna de ensamble, el empuje máximo hacia abajo y la tensión del tornillo del tubo de aceite o contenedor de empaque.

La columna de la bomba deberá instalarse por secciones que no sobrepasen una longitud nominal de 10 pies (3m), deberá conectarse por medio de acoplamiento de manga roscada o bridas. Los extremos de cada sección roscada de tubería deberán ponerse en paralelo y la construcción de los hilos debe ser tal que permita a los extremos embonar y formar una dirección precisa de la columna de la bomba. En caso de bridas estas deben estar maquinadas con exactitud a fin de tener éxito en el ensamble de la columna (paralelismo, ajuste con ranuras y apriete normalizado).

En donde el nivel estático de agua sobrepase los 50 pies (15m) debajo de la tierra, deberán utilizarse bombas lubricadas con aceite.

En caso de que la bomba sea del tipo eje en línea resguardada y lubricada con aceite, el tubo que reguarda el eje deberá instalarse en secciones intercambiables de longitud no superior a los 10 pies (3m) de tubería extrafuerte .Deberá preverse un alimentador de aceite a la vista en un montaje apropiado con conexión al tubo del eje de la bomba lubricada con aceite.

La línea de eje de la bomba deberá dimensionarse de manera que la velocidad crítica deberá ir 25% por encima y por debajo de la velocidad de funcionamiento de la bomba.

La caja de la bomba deberá ser de hierro fundido refinado, bronce o cualquier otro material adecuado de acuerdo con el análisis químico del agua y la experiencia en el área que trabajará.

Deberá considerarse un filtro fundido o de fabricación pesada, un cono de metal resistente a la corrosión o un filtro del tipo canasta a la entrada de la succión de la bomba. El filtro de succión debe tener un área libre de por lo menos cuatro veces el área de las conexiones de succión y las aperturas deben estar dimensionadas para restringir el paso de esfera de ½” (12.7mm).

Para la instalación de las bombas tipo vertical según la Norma NFPA 20, se requieren los siguientes accesorios:

Válvula automática liberadora de aire de 1½” (38mm) para eliminar el aire de la columna y la carga de descarga al arrancar la bomba. Esta válvula también debe admitir aire en la columna para disipar el vacío al detenerse la bomba. Se la instala en el punto más alto en la línea de descarga entre la bomba contra incendio y la válvula de retención de la descargan.

Detector de nivel de agua en el caso de pozo, si es una línea aérea, esta deberá ser de latón, cobre o acero inoxidable de la serie 300.La línea de aire deberán ser amarradas a la tubería de columna en intervalos de 10 pies (3m).

Manómetro de presión en la descarga similar al que se usa en las bombas centrifugas.

Válvula de alivio y cono de descarga en caso de que se requiera, para caso en que la presión para la cual los componentes de la bomba fueron diseñados es menor que la presión nominal neta de cierre más la presión estática de succión máxima.

Cabezal de válvulas de mangueras.

Respecto a la cimentación, esta deberá ser construida sólidamente para soportar el peso entero de la bomba, motor y el agua que contenga. Los pernos de anclaje deben ser suministrados por el proveedor de acuerdo al sitio de la cimentación.

La cimentación deberá contar con área y fuerza suficiente, de manera que la carga por pulgada cuadrada de concreto no sobrepase las normas del diseño. La parte superior de la cimentación deberá estar inundada cuidadosamente, la carga de la bomba deberá plomearse sobre el pozo.

El motor debe estar construido de manera que el empuje de total de la bomba (que incluye el peso del eje, impulsores y empuje hidráulico) puede ser llevado en un soporte de empuje de amplia capacidad de manera que pueda tener una vida promedio de 5 años de funcionamiento continuo. Los motores deberán ser de tipo vertical de eje hueco o un motor de eje hueco vertical con engranaje de ángulo derecho con un motor diesel o con una turbina de vapor.

Relacionado al mantenimiento de estas bombas verticales deben seguirse las instrucciones del fabricante al hacer reparaciones, desmantelar y re ensamblar las mismas.

* + - 1. **Selección de Bombas**

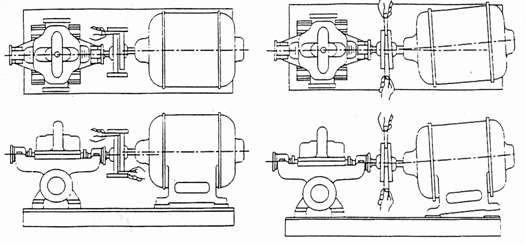
Analizados los fundamentos teóricos y aplicando las recomendaciones de la Norma NFPA 20 sobre “Bombas Estacionarias para Sistemas Contra Incendio”, enumeraremos varias consideraciones que sirven para seleccionar las bombas a usarse en el control de riesgo contra incendio.

Las bombas centrifugas sean eléctricas o a diesel, sirven para bombear desde un reservorio de agua donde existe una carga estática positiva.

Las bombas certificadas pueden tener diferentes curvas de capacidad de carga para una nominación dada. La carga de cierre se nominará desde un mínimo (0%) hasta un máximo de 150% de la carga nominal, la carga se nominará para un mínimo de 65% hasta un máximo justo debajo de la carga nominal.

Los acoplamientos flexibles se utilizan para compensar los cambios de temperatura y para permitir el movimiento de los extremos de los ejes conectados sin interferir uno con otro.

Es importante verificar la alineación de la unidad al momento de su instalación para evitar: tensiones de las tuberías que distorsionen o muevan la unidad, desgaste de los rodamientos, movimiento de la estructura del edificio debido a cargas variables u otras causas.



**FIGURA 4.4 VERIFICACIÓN DE ALINEACIÓN PARALELA Y ANGULAR DE CONJUNTO BOMBA-MOTOR**

Referente a las tuberías de succión y accesorios sobre tierra estos deben ser de acero, en zonas de agua corrosiva la tubería debe ser galvanizada o pintada en su interior ante de usarla. La tubería de succión debe ser de tal dimensión que con la tubería funcionando a 150% de su capacidad nominal, la velocidad en esa sección de la tubería de succión se localice dentro de los 10 diámetros de tubería corriente por encima de la brida de succión de la bomba y que no sobrepase los 15 pies/sg.

En la tubería de succión deberá instalarse una válvula de compuerta certificada OS&Y, no deberá instalarse una válvula mariposa en la tubería de succión dentro de los 50 pies (16m) corrientes por encima de la brida de succión de la bomba.

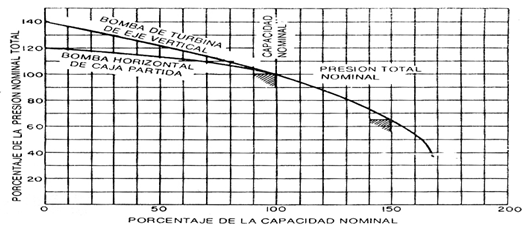
* + - * 1. **Bomba Eléctrica Principal**

Las bombas de incendios de eje horizontal eléctrico deben instalarse de forma que funcionen con presión de aspiración positiva, especialmente con arranque automático o manual a distancia.

Con el fin de seleccionar la bomba eléctrica se debe proceder a obtener datos de cálculos hidráulicos, de acuerdo a disposición del sistema contra incendios como son:

* Cabezal (H), en pies (m).
* Caudal (Q), en gpm (m³/sg).
* Presión de aspiración positiva neta (NPSH), en pies (m).
* Potencia (HP), en Kw

Una curva característica de la bomba entregada por el proveedor, para confirmar los datos técnicos sobre la bomba.



**FIGURA 4.5 CURVA NORMALIZADA DE PRESIÓN – CAUDAL PARA BOMBAS DE INCENDIOS HORIZONTALES Y VERTICALES**

* + - * 1. **Bomba a Diesel Auxiliar**

Con el fin de garantizar la protección contra el fuego de cualquier industria, es necesario tener un equipo de bombeo auxiliar movido por un motor de combustión interna a diesel que sirva de apoyo y seguridad para el personal y los equipos de planta que proveen un servicio público de vital importancia como es la energía eléctrica.

Para seleccionar la bomba contra incendio a motor diesel se debe considerar:

* Respecto a la bomba todos los cálculos hidráulicos que se obtuvo en la selección de la bomba eléctrica, además de toda referencia al respecto de las normas que rigen para el efecto.
* Tipo control de mayor confiabilidad tanto para la bomba como el motor.
* Suministro de combustible optimo para el funcionamiento del motor.
* Funcionamiento del encendido garantizado.
* Funcionamiento del motor de acuerdo a reglamentos locales e internacionales.
* Instalaciones eléctricas y mecánicas excelentes con personal capacitado al respecto.

Para la selección de la bomba el proceso es similar a la bomba con motor eléctrico, como el uso de reguladores de mando para operar automáticamente la bombas de incendios, disponer de unidades de alarma para indicar la pérdida de presión de aceite de los sistemas de lubricación, el aumento de temperatura del agua de refrigeración, el fallo de la puesta en marcha automática y la detención por exceso de velocidad. Puede montarse un cronómetro programador semanal, este dispositivo puede adaptarse de modo que ponga en marcha la unidad automáticamente una vez por semana y la haga funcionar durante algunos minutos predeterminados.

Los reguladores de mando funcionan con corriente continua a baja tensión tomada de las baterías del motor ; cronometro programador, el cargador de la batería y otros dispositivos auxiliares, reciben la energía en forma de corriente alterna suministrada por la industria.

La bombas centrifugas horizontales sea eléctrica o a diesel con mandos automáticos deben funcionar siempre bajo presión para evitar la necesidad de cebarlas.

El motor debe estar provisto de interruptor de presión que activa la bomba cuando la presión del sistema de agua desciende debajo de un nivel preestablecido.

A no ser que la presión estática del suministro de agua normal sea mayor que la presión de arranque de la bomba, debe disponerse de una bomba para mantener la presión del sistema a un nivel más alto.

Es vital que el sistema de enfriamiento sea adecuado para que el funcionamiento de los motores de combustión interna sea eficaz y continuo. El caudal de agua para el enfriamiento está entre 15 a 230 gpm y a veces más.

Respecto al combustible este debe ser tal que tenga un reservorio para 8 horas, la capacidad del depósito de combustible puede calcularse estimando una pinta de combustible por HP por cada hora (CV por hora).

El tanque de suministro de combustible debe tener capacidad por lo menos igual a un galón por HP (5.07litro/KW), más 5% de volumen por expansión y 5 % de volumen por el sumidero. Pueden requerirse tanques de mayor capacidad y deberá determinarse por medio de las condiciones que prevalezcan, calentamiento del combustible por recirculación, cada tanque debe tener conexiones rellenado, drenaje y venteo.

La tubería de combustible, deberá ser mangueras flexibles resistentes a las llamas certificadas para este servicio en el motor. No deberá haber válvula de cierre en la línea de retorno de combustible al tanque.

El tipo y grado de combustible diesel deberá ser especificado por el fabricante del motor.

Todos los instrumentos del motor deben colocarse en un tablero adecuado, que este bien seguro.

Con relación al encendido los motores deben estar equipados con un aparato de encendido confiable, las baterías de buena calidad de acido de plomo en condiciones de carga seca con liquido de electrolito de un contenedor por separado, el alternador para recargar las baterías debe ser revisado periódicamente y certificado.

En lo que a ventilación se refiere es necesario que esta sea la más excelente a fin de garantizar calidad de aire limpio para la combustión, enfriamiento y ambiente de trabajo adecuado y sin peligro para la salud de las personas.

En cuanto al sistema de escape este debe ser entubado hacia un punto seguro fuera del cuarto de bomba y dispuesto para excluir agua. Los gases de escape no deberán ser descargados ha donde afecten a personas, ambientes o estructuras de los edificios, materiales combustibles.

Las tuberías de escape deberán instalarse con separaciones de por lo menos 9” (229mm) de los materiales combustibles.

El controlador para motores diesel de la bomba contra incendio debe ser de uso exclusivo, no agregar otros equipos. El diagrama eléctrico debe colocarse en el interior del gabinete, así como cualquier instrucción sobre el funcionamiento del controlador también debe adherirse al tablero.

* + - * 1. **Bomba Jockey**

Respecto a estas bombas a quienes también se las llama bombas sostenedoras de presión o de relleno por la función que ejecutan, tienen capacidades nominales no menores que cualquier rango de goteo. Deberán tener presión de descarga suficiente para mantener la presión deseada en el sistema de protección de incendio.

Deberá instalarse una válvula de retención en la tubería de descarga.

Instalar válvulas indicadoras tipo mariposa o compuerta en tanto lugares como se necesite, a fin de facilitar el mantenimiento de la bomba, válvula de retención y accesorios.

En donde una bomba de tipo centrifuga sostenedora de presión tenga una presión de cierre que sobrepase la nominación de presión de trabajo del equipo contra incendio, o donde se utilice una bomba con paletas de turbinas deberá instalarse una válvula de alivio dimensionada para prevenir la sobre presurización del sistema en la descarga de la bomba, para prevenir daño en el sistema de protección contra incendio.

No utilizar la bomba contra incendio primaria como una bomba sostenedora de presión.

Utilizar tubería de acero para las tuberías de succión y descarga de la bomba Jockey.

En donde se ubiquen las válvulas de retención y los aparatos previsores de retro flujo o ensamblajes en la tubería de succión, estos deberán ubicarse a un mínimo de 10 diámetros de tubería de la brida de succión de la bomba.

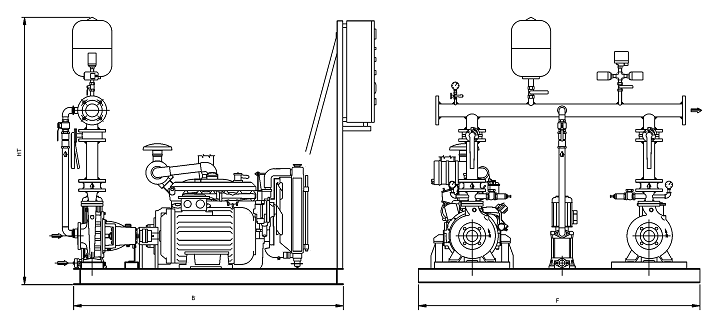
La instalación de la línea de medición de presión entre la válvula de retención de descarga y la válvula de control es necesaria para facilitar el aislamiento del controlador de la bomba Jockey (línea de medición) para mantenimiento sin tener que drenar el sistema completamente.

Una bomba Jockey generalmente se requiere para bombas controladas automáticamente.

La succión de la bomba Jockey puede venir de la línea de suministro del tanque de llenado. Esto podrá permitir que se mantenga una presión más alta del sistema de protección contra incendio aun cuando el tanque de suministro este vacío por reparaciones.

Las bombas Jockey o sostenedora de presión deberán utilizarse en donde se deseen mantener una presión uniforme o relativamente más alta en el sistema de protección contra incendio.

Una bomba Jockey debe rellenar el rango de goteo permisible dentro de 10 minutos o 1gpm (3.8 litros/min.) o más.





**FIGURA 4.6 BOMBA JOCKEY**

* 1. **Selección de Protecciones, Controles y Accesorios de Bombas   
     Contra Incendio y Motores.**

Las protecciones que deban instalarse en el control de equipo de bombas contra incendio son:

1. Supresor de variación de voltaje según Norma ANSI/IEEE (62.1), debe instalarse de cada fase a tierra.
2. Interruptor de aislamiento que deberá ser un interruptor para circuito de motor accionable manualmente o un interruptor de caja amoldable que tenga potencia nominal igual o mayor que la potencia del motor (el amperaje mínimo debe ser 115% de la nominación de carga completa de corriente del motor).

El interruptor de aislamiento debe ser accesible exteriormente y su manija debe tener un resorte de seguridad que deberá disponerse de tal forma que requiera el uso de otra mano para mantener el seguro desactivado para permitir la apertura o cierre del interruptor.

1. Interruptor de corriente (Medios de desconexión).

La ramificación de circuito del motor deberá estar protegida por un interruptor de corriente que deberá estar conectado directamente al lado de la carga del interruptor de aislamiento y deberá tener un polo por cada uno de los conductores de circuito que no están conectados a tierra. El interruptor de corriente tiene las siguientes características mecánicas:

Deben ser accionable externamente.

Deberá dispararse libremente de la manija.

Deberá colocarse en la parte exterior del gabinete del controlador una placa con la leyenda “Interruptor de Corriente - medio de desconexión”.

El interruptor de corriente debe tener las características eléctricas siguientes:

Una nominación de corriente continua no menor de 115% de la carga nominal completa de corriente del motor.

Elementos de medición de sobre corriente de tipo no térmico.

Capacidad para permitir encendido y funcionamiento de emergencia sin dispararse.

Protección instantánea de sobre corriente por corto circuito.

1. Otro accesorio es el de: Protección fija del rotor por sobre corriente.

Este aparato debe ser instalado entre el interruptor de aislamiento y el motor de la bomba contra incendio, deberá localizarse dentro del controlador de la bomba contra incendio:

Para el caso de un motor de jaula de ardilla o rotor de devanado de inducción, este aparato deberá ser:

1. De tipo retardo de tiempo que tenga un tiempo de disparo entre 8 y 20 segundos a corriente fija del rotor aproximadamente 600% de la carga nominal completa de corriente para un motor de jaula de ardilla y calibrado y puesto a un mínimo de 300% de la carga completa del motor.

Para motor de corriente directa el aparato deberá ser:

* Tipo instantáneo
* Calibrado y puesto a un mínimo de 400% de la carga completa de corriente del motor.
* Deberá tener medios visuales o marcas claramente indicadas en el aparato de que se ha puesto correctamente.
* Deberá ser posible reiniciar el aparato para funcionamiento inmediato después del disparo, cuidando que las características del mismo se mantengan.
* El disparo deberá lograrse al abrir el interruptor de corriente que deberá ser del tipo manual para reiniciarse externamente.

1. Contactor del motor**,** deberá estar nominado para caballo de fuerza y deberá ser de tipo magnético con un contactor en cada conductor que no esté conectado a tierra.

Para accionamiento eléctrico de controles de voltaje reducido, deberá equiparse el motor con aceleración de tiempo automático. El periodo de aceleración del motor no deberá superar 10 segundos.

La resistencia de encendido deberá estar diseñada para permitir una operación de encendido de 5 segundos cada 80 segundos por un periodo no inferior a 1 hora.

Los reactores de encendidos y auto transformadores deberán estar diseñados para permitir una operación de encendido de 15 segundos cada 240 segundos por un período no inferior a 1 hora.

No deberán instalarse sensores de bajo voltaje, pérdida de fase, sensores de frecuencia ni ningún otro accesorio que automáticamente o manualmente prohíba la actuación del controlador.

1. Aparatos de alarmas y señales en el controlador

* Indicador visible de corriente disponible para monitorear la disponibilidad de corriente eléctrica en todas las fases en las líneas terminales del controlador del motor.
* Inversión de fase de la fuente de corriente a las cuales están conectadas las líneas terminales del motor; deberán estar indicadas por un indicador visible.

En donde el cuarto de bomba este aislado sin control personal, se provee de alarmas auditables y visuales alimentadas por una fuente que no sobrepase 125 voltios en un punto que este constantemente atendido; estas alarmas son:

a) Bomba o motor en funcionamiento.

b) Pérdidas de fase de cualquiera de las líneas terminales del contactor del motor.

c) Inversión de fases.

d) Controlador conectado a una fuente alterna, este circuito de alarma indica cuando la fuente alterna esta suministrando corriente al controlador.

1. Contactos abiertos o cerrados para controladores de alarmas de indicación remotas.
2. Controlador automático afectado a si mismo para arrancar, funcionar y proteger el motor. Un controlador automático o deberá ser accionado por medio de un interruptor de presión o un interruptor sin presión. El controlador automático deberá ser accionado también como un controlador no automático.

El control de presión responsable de la presión de agua en el sistema contra incendio, deberá ser capaz de soportar una presión que surja momentáneamente de 400psi (27.6 bar), sin perder su exactitud; deberá tomarse las medidas necesarias para aliviar la presión hacia el interruptor de presión en el actuador y permitir la prueba de funcionamiento del controlador y la unidad de bombeo.

El control de presión de agua deberá ser:

Para todas las instalaciones de bombas (incluyendo las bombas Jockey), cada controlador deberá tener su línea de medición de presión individual.

La conexión de la línea de medición para cada bomba (incluyendo la Jockey), deberá hacerse entre la válvula de retención en la descarga de la bomba y la válvula de control de descarga. Esta línea deberá ser de tubería de latón, cobre o acero inoxidable de la serie 300 y los accesorios deberán ser de ½” (12.7mm) de tamaño nominal. Deberán instalarse dos válvulas de retención en la línea de medición de presión apartadas por lo menos 5 pies (1.5m) con una perforación de 3/32” (2.4mm) en el disco basculante para servir como humidificador.

No deberá haber válvula de cierre en la línea de indicación de presión.

El interruptor de presión con actuador en la posición más baja de ajuste deberá iniciar la secuencia de encendido de la bomba (si es que la bomba todavía no está en funcionamiento).

Deberá instalarse un aparato registrador de presión para medir y registrar la presión de cada línea de medición de la presión del controlador de la bomba contra incendio en la entrada del controlador. El registrador deberá ser capaz de funcionar por lo menos 7 días sin necesidad de ser reiniciado o retrocedido.

1. El controlador automático con interruptor de no presión con actuador, estos deberán comenzar su secuencia de encendido al abrir automáticamente el contacto(s) remoto(s).
2. Control eléctrico manual en una estación remota, en donde estaciones adicionales de control que ocasionan un funcionamiento continuo no automático de la unidad de bombeo, independientemente del interruptor de presión con actuador sean suministrados en ubicaciones remotas del controlador, tales estaciones no deberán accionarse para parar el motor.

Encendido en secuencia de la bomba, si los requerimientos de agua son mayores que los de una unidad de bombeo funcionando, las unidades deberán arrancar con intervalos de 5 a 10 segundos. La falla de un motor no deberá impedir el encendido de las otras unidades de bombeo.

1. Circuitos externos conectados a los controladores, estos deberán disponerse de manera que cualquiera de los circuitos externos (corto circuito o circuito abierto) no deberán detener el funcionamiento de la bomba(s).

Todos los conductores de control dentro del cuarto de bombas contra incendio que no sean tolerantes a fallas, deben protegerse contra daño mecánicos.

1. Control eléctrico manual en el controlador, deberá haber un interruptor accionado manualmente en el tablero de control dispuesto de tal manera que cuando el motor sea arrancado manualmente, su funcionamiento no se vea afectado por el interruptor de presión con actuador, a su vez que la unidad sea apagada manualmente.
2. Control mecánico de funcionamiento de emergencia en el controlador.

Compuesto de una manija o elevador que hace funcionar continuamente no automáticamente al motor(es) independientemente de cualquier circuito de control eléctrico, magneto o aparatos equivalentes; esta manija deberá estar dispuesta para moverse en una dirección únicamente desde “apagado” hasta la posición final.

El arrancador del motor deberá regresar automáticamente a la posición de “apagado” en caso de que el accionado suelte la manija o elevador de encendido en cualquier posición que no sea la posición completa del arranque.

o) El controlador deberá tener amperímetro y voltímetro para tomar lecturas respectivas en cada fase, tanto de corriente y de voltaje.

p) Controladores de servicio limitado, que no son sino controladores automáticos para encendidos de devanados bipartidos de motores de jaula de ardilla de 30 HP o menos, 600 voltios o menos, en donde su uso sea aceptado por las autoridades competentes.

q) Aparatos de transferencia de corriente para suministro de corriente alterna.

Todos los controladores deberán ser específicamente certificados para servicio de bomba contra incendio conducidas por motores eléctricos o diesel.

En el caso de bomba con motor eléctrico el controlador y el interruptor de transferencia deberán ser adecuados para la corriente de este circuito disponible en las líneas terminales del controlador y el interruptor de transferencia; se debe marcar y visualizar los amperios y voltios de corriente alterna. Además se marcan como “Controlador de Bomba Contra Incendios Eléctrica”, se debe mostrar el nombre del fabricante, la identificación y la nominación eléctrica.

Los controladores deben colocarse cerca de los motores que controlan y protegerse que no sean dañados por el agua que escapa de las bombas o de las conexiones de las mismas. Las partes que llevan la corriente eléctrica a los controles deben estar mínimas a 12” (305mm) por encima del nivel del piso.

Los controladores y accesorios van montados en gabinetes que deben de cumplir con el NEMA TIPO 2, además estos gabinetes deben estar instalados a tierra según Norma NFPA 70.

Las conexiones y barras de distribución deben ser accesibles para el mantenimiento, dispuestos de tal forma que no se requiera la desconexión de los circuitos externos, Deben diseñarse las barras y accesorios del controlador para uso continuo.

Se debe tener pegados al gabinete diagramas eléctricos e instrucciones respecto al funcionamiento del controlador. Debe marcarse los terminales del alambrado de acuerdo al diagrama eléctrico del fabricante.

Los accesorios, incluyendo monitoreo de alarmas y medios de señalización que sirven para asegurar el funcionamiento mínimo del grupo motor- bomba de incendio, según las normas respectivas.

Respecto al encendido y control del equipo contra incendio, se lo puede hacer:

Automáticamente en este caso debe accionar por sí mismo para arrancar, funcionar y proteger el motor, esto lo hace por medio de un interruptor de presión o un interruptor sin presión.

Un controlador no automático deberá ser accionado por medios eléctricos manualmente iniciados o medios mecánicos inicialmente iniciados.