

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE COACALCO

Ingeniería De Detalle Para instalación del
Sistema De Bombeo de Protección Contra
incendio Para GRUPO FINANCIERO
CITIBANAMEX S.A. DE C.V. Matriz.

ESTANCIAS

Que para obtener el título de
Ingeniero en Mecatrónica

Con la especialidad de
Automatización

Presenta:

Roberto Elvin Ramirez Rios

No. de Matricula 201721146

Asesor: Ing. Ernesto García Gonzalez

Coacalco de Berriozábal, septiembre 2024

RESUMEN

El presente documento detalla la metodología y las actividades realizadas para la elaboración de un diseño e instalación de un sistema de Bombeo en protección contra incendio para salvaguardar y mantener protegido dicha área ubicada dentro de las instalaciones de “GRUPO FINANCIERO BANAMEX S.A. DE C.V.” Oficinas Matriz.

Las instalaciones del edificio de citibanamex contaba con una instalación de sistema de bombeo obsoleta debido a que las bombas que se encontraban instaladas no superaban los 100 psi por el tiempo de servicio cumpliendo más de 25 años sin algún cambio o mantenimiento adecuado, así como el uso de bomba a combustión de gasolina el cual no está permitido por su bajo rendimiento en uso para la protección contra incendio mediante la actualización de normas aplicadas de la NFPA

Se propone el cambio de sistema de bombeo ya que las instalaciones conforme al tiempo van actualizándose las áreas por lo que podrían expandirse los sistemas contra incendio y por ende se requerirá una mayor demanda de flujo, de igual manera, al aplicar las normas requeridas basándose en las necesidades de la empresa CITIBANAMEX se debe hacer una evaluación anual en sus sistemas los cuales no llegaron a cumplir con las especificaciones de presiones requeridas optando por un suministro e instalación de nuevas bombas para salvaguardar el edificio.

Una vez detallada la necesidad de protección y cumplimiento de área, se presento la Ingeniería de Sistema de bombeo contra incendio el cual fue autorizado y aceptado ante la empresa Grupo Financiero Citibanamex, Sodexo México y Soni Fire Alarms System, por lo que se suministró e instalo los equipos nuevos de bombeo para poder cumplir con las normas de protección contra incendio aplicados en la NOM-002-STPS-2010 y NFPA 14 STANDARD FOR THE INSTALLATION OF STANDPIPE AND HOSE SYSTEMS” y NFPA 20 “STANDARD FOR THE INSTALLATION OF STATIONARY PUMPS FOR FIRE PROTECTION”, remplazando 02 bombas inefectivas en área por 03 bombas aprobadas y verificadas.

AGRADECIMIENTOS

Mediante este texto, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a las personas que me han acompañado y apoyado en este recorrido académico el cual me han forjado lo necesario para poder aprender y ser una persona de bien.

A mi pareja Rosa que me ha acompañado en este esfuerzo el cual es de ambos por salir adelante y apoyarme reconociendo su sacrificio y paciencia por lo cual le seré eternamente agradecido, a mis hijos Alex, Derek e Irina los cuales han sido fundamentales en mi proceso y desarrollo académico con fines de demostrar que aun siendo joven pueden seguir adelante, ya que me honra que estén en mi camino de vida y poder brindarles el apoyo y el amor incondicional como el que me demostraron mis padres.

Quiero reconocer el amor y cariño por parte de mi familiar ya que no hay palabras suficientes para agradecerles todo lo que han hecho por mí, a mi madre Sonia por demostrarme un amor incondicional, a mi padre Josué por apoyarme en cada momento demostrándome que siempre podre confiar en él, a mi hermana Roxana la cual me ha acompañado en mi niñez demostrando me su cariño y lealtad por lo cual siempre podrá confiar en mí junto a mi sobrina Yeimy.

Al Ing. Leobardo y la Lic. Sonia por apoyarme fundamentalmente en lo laboral confiando en mis aptitudes para poder crecer y poder desarrollarme en lo laboral siendo una parte clave para el desarrollo de este proyecto los cuales me han enseñado por medio de sus conocimientos y experiencias.

ÍNDICE

Tabla de contenido

CAPÍTULO I	6
GENERALIDADES DEL PROYECTO	6
INTRODUCCIÓN	7
PROBLEMA A RESOLVER.....	9
OBJETIVOS	10
OBJETIVO GENERAL	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
JUSTIFICACIÓN	11
ALCANCE Y LIMITACIONES	12
ALCANCE.....	12
LIMITACIONES.	12
CAPÍTULO II	13
MARCO TEÓRICO.....	13
SISTEMAS CONTRA INCENDIO	14
BOMBAS CONTRA INCENDIO.....	16
TIPOS DE BOMBAS ADAPTABLES AL SCI.....	19
BOMBA EN LÍNEA	19
BOMBA DE CARCASA PARTIDA	19
BOMBA DE TURBINA VERTICAL.....	20
EQUIPOS DE BOMBEO.....	21
TABLEROS O GABINETES	21
BOMBAS DE COMBUSTIÓN.....	22
BOMBA ELÉCTRICA Y JOCKEY	23
PELIGROS INDUSTRIALES	24
CLASIFICACION DE PRODUCTOS O EQUIPOS EN OFICINAS Y AREAS	24
TUBERIA y CONEXIONES	28
APROBACIONES Y PRUEBAS.....	28
TUBERIA DEL SCI.....	30
ACCESORIOS EN INSTALACION	30
CAPÍTULO III.....	32

DESARROLLO	32
CONDICIONES DE DISEÑO	33
CAPÍTULO IV.....	39
RESULTADOS.....	39
CONCLUSIONES	41
OBJETIVOS EDUCACIONALES	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXO	44

CAPÍTULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

INTRODUCCIÓN

El proyecto para la instalación de un sistema nuevo de bombeo de 250 gmp a 125 psi en el cuarto de bombas consistirá en la instalación de un nuevo equipo de bombeo acoplado a un motor de combustión interna a diésel, una bomba acoplada a un motor eléctrico y su bomba jockey para la presurización del sistema. Actualmente se encuentra un cuarto de bombas en operación que consta de 01 motor de combustión a gasolina y 01 motor eléctrico los cuales alimentan al sistema de protección contra incendio a base de hidrantes repartidos entre todo el edificio con una tubería principal (loop) de 3" con derivaciones de 2".

El área donde se instalará el nuevo equipo de bombeo tiene una construcción estructural a base de vigas, perfil de acero, loza y paredes de concreto y materiales no combustibles. El cuarto de bombas tiene una dimensión de 7.53 mts de ancho por 5.83 mts de largo por 2.5 mts de alto, esta medida es de acuerdo a donde será instalado el equipo de bombeo.

Se estará realizando la instalación de un nuevo equipo de bombeo debido a que el que está actualmente instalado se encuentran fuera de la norma tanto de la NOM-002-STPS-2010 así como en NFPA 14 y 20 que nos indican que el equipo de bombeo debe de ser con un motor de combustión interna a diésel.

El equipo de bombeo será SKID un equipo fabricado en una base que incluye el motor a combustión diésel, tableros controladores, motor eléctrico, bombas centrifugas para acoplamientos a motor eléctrico, así como para el motor diésel, bomba jockey, línea piloto con presos-tatos calibrados para arranques de bombas en automático.

Las dimensiones del SKID de bombeo tiene unas dimensiones de 1.08 mts de ancho x 1.87 mts de largo con una altura de los tableros controladores de 1.5 mts. Por lo que se instalara en donde se encuentra actualmente el equipo de bombeo con motor a gasolina. Se realizará el desmantelamiento del equipo a gasolina con el motor eléctrico, así mismo se tiene una base de concreto que esta de base para los dos motores, este se va a quitar para la instalación del nuevo SKID.

Al realizar el desmantelamiento se realizará el vaciado del sistema de hidrantes de oficinas matriz y se taponeará el cabezal principal de 3" en lo que se realiza la instalación del nuevo equipo bombeo, al término de la instalación del SKID se realizará la interconexión del cabezal de descarga con el loop principal de 3".

Así mismo para la instalación del SKID para que se instale en donde se encuentra actualmente el equipo a gasolina, se debe de recortar la entrada de la cisterna 20 cm a lo ancho para que se pueda maniobrar e instalar el SKID dentro del cuarto ya que actualmente no nos dejaría maniobrar para la colocación del equipo de bombeo.

Así mismo para la energización del equipo de bombeo y tableros, Sodexo deberá proporcionar los 127 volts y 240 volts, así como todos aterrizajes en la base del SKID, así como en el tanque de combustible diésel.

Las turbinas verticales de las bombas que se instalaran tienen una altura de 2.5 mts. Actualmente la cisterna tiene una altura de 2.5 mts. Pero quedaran 10 cm arriba por la base del SKID. Por lo que nos quedaran 10 cm del nivel de piso de cisterna al colador de la turbina.

Así mismo el escape de humo será dirigido hacia el estacionamiento para evitar que adentro del cuarto de genere humo por el arranque del motor diésel.

Se recomienda realizar las supervisiones a los tableros controladores de los arranques de las bombas, así como cuando se dejan fuera, estos se deben de conectar al panel principal de alarma.

Se instalará un medidor de flujo para pruebas de eficiencia a las bombas que estará instalado en la línea de retorno a cisterna.

Para este sistema se tomarán las normas Nacionales NOM, los requisitos mínimos de instalación y Operación, las normas NFPA serán usadas como auxiliares para puntos específicos de diseño y calculo.

NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

NFPA 14 "STANDARD FOR THE INSTALLATION OF STANDPIPE AND HOSE SYSTEMS".

NFPA 20 "STANDARD FOR THE INSTALLATION OF STATIONARY PUMPS FOR FIRE PROTECTION".

PROBLEMA A RESOLVER

De acuerdo a las problemáticas con respecto a las Normas NFPA 14 y 20 y la NOM-002-STPS-2010, las cuales se rige la empresa Citibanamex, se necesita en cada planta o sucursal, una protección del sistema contra incendio el cual debe cumplir con un sistema de bombeo de combustión y eléctrico.

Cada diseño de los sistemas contra incendio, debe cumplir con los objetivos generales de protección el cual es la extinción y detección temprana de incendios, así mismo el área a proteger debe cumplir con las normas aplicables a la NFPA y la NOM.

Se propuso realizar el cambio de bombas debido que al realizar los mantenimientos preventivos al sistema contra incendio se detecto que las bombas instaladas anteriormente han tenido un bajo rendimiento en las presiones de sus hidrantes por lo que se opto por revisar las normas y hacer las pruebas correspondientes para corroborar su ineficiencia.

Se encontró que las bombas ya no arrojaban el mínimo de presión siendo menor a 90 psi en su hidrante instalado más lejano por lo que al hacer las pruebas de eficiencia en las bombas se analizó que la bomba principal y la de emergencia se calentaban al instante por lo que el motor sufría de una desactivación directa en la principal y la de emergencia no encendía hasta el quinto intento de arranque.

Por lo que se recomendó el cambio inmediato al sistema ya que si llegase a ver un conato de incendio este mismo sistema no podría sofocarlo y se descontrolaría provocando un incendio en todo el edificio siendo un riesgo potencial al personal y a los demás edificios que rodean el corporativo de Citibanamex.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Crear un diseño el cual deberá ser calculado y posteriormente Instalado en base a un Sistema de Bombeo del Protección Contra Incendios para la empresa Grupo Financiero CitiBanamex el cual debe proteger y salvaguardar los sistemas, el inmueble y principalmente el personal que se encuentra laborando en el Edificio Oficinas Matriz aplicando las normas necesarias las cuales se rige la empresa siendo la NOM y NFPA.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar y Crear protecciones de Contra Incendio para Naves Industriales de acuerdo con las normas específicas de cada Empresa.
 - Analizar las diferentes amenazas que se encuentren dentro de las instalaciones como del personal para salvaguardar vidas.
 - Determinar un sistema de notificación interna y externa que permita una respuesta rápida, oportuna y efectiva ante emergencias.
 - Diseñar e Instalar Protocolo de Sistema de bombeo de acuerdo con las Normas NFPA y Norma Oficial Mexicana.
-

JUSTIFICACIÓN

El sistema de Bombeo que se encuentra en el área de Oficinas Matriz se pretende modificar debido a que el sistema de bombeo que está en el sistema, no cumple con los requisitos solicitados por la NOM y la NFPA ya que este sistema cuenta con una Bomba de Combustión a gasolina y una bomba eléctrica con presiones limitantes a 120 psi.

Este sistema de bombeo actual, debido a las áreas y los sistemas que debe tener presurizados, mantiene limitante las presiones por lo que se debe considerar hacer un cambio de Bomba de emergencia Diésel y Bombas principal eléctricas como mínimo para contrarrestar alguna iniciación de fuego y tener una mayor seguridad.

De igual manera, las aseguradoras empresariales personales exigen toda la protección necesaria del sistema de protección contra incendio el cual pueda abatir y reducir los incendios ocasionados dentro de las instalaciones siendo sistemas contra incendios Húmedos, Secos, Extintores y Alarmas.

Siendo así, al determinar que todos los sistemas de protección se encuentran dentro de las instalaciones, la aseguradora verifico anualmente que todos los equipos cumplieran con las normas NOM y NFPA, por lo que se realizó un análisis de presión el cual se cercioraron que las bombas que se encuentran dentro del sistema no suministraban las presiones necesarias así como las sugerencias en la NFPA 14 donde indica en las especificaciones de los motores que no esta permitido el uso de motor a combustión a gasolina.

ALCANCE Y LIMITACIONES

ALCANCE.

De acuerdo al sistema contra incendio, se logrará verificar las normas para cumplir con la instalación en el sistema de bombeo contra incendio el cual debe ser específico en cuanto a sus cálculos y detalles de instalación.

LIMITACIONES.

El sistema de bombeo contra incendio será reflejado en cuanto a una instalación en sistema de presiones basándose en normas, instalaciones calculadas y modificaciones en área, debido a que el área cuenta y cumple con la instalación de sistema de alarmas, protección a base de hidrantes y extintores.

Por lo que el sistema de la aseguradora interna del corporativo CitiBanamex asigna una limitante de presupuesto para sus proyectos para su desarrollo de ingeniería, suministro e instalación.

De igual manera, la empresa Sodexo México será quien acepte los diseños e instalación por lo que ellos serán los encargados de asignar a cualquier empresa que se desarrolle en el mismo ramo de la instalación volviéndose un sistema privado ante los diseños y colocación de equipos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

SISTEMAS CONTRA INCENDIO

El fuego y los incendios nos han acompañado desde el inicio de la andadura de la Humanidad en su devenir histórico, este elemento ha sido uno de los componentes básicos para el desarrollo de las sociedades modernas, por lo que en ocasiones también constituye y se erige como el origen de situaciones que ponen en peligro la vida y la integridad física de las personas o también de los bienes públicos y privados (González, 2019)

los sistemas contra incendio hacen referencia al conjunto de medios equipos y sistemas y salados para alertar sobre un incendio e impedir que éste se propague evitando las pérdidas y daños producidos por el fuego esos están medidos por un conjunto de diseños que abarca el plan de seguridad de cualquier edificio, almacén o nave industrial.

se debe de tener en cuenta diversos factores del área a proteger, tales como su ocupación uso huella medioambiental sistemas e instalaciones de climatización ventilación fontanería iluminación entre otros.

La seguridad y protección contra incendios es un campo multidisciplinario que abarca muchos ámbitos: la física y química del fuego, estabilidad al mismo de las estructuras, el control del calor y evacuación de humos selección y diseño de instalaciones mecánicas y eléctricas el comportamiento humano frente a emergencias, investigación de incendios la generación de riesgo, etc. (Rodríguez, 2008)

Los sistemas contra incendios se basan en 02 puntos importantes que engloban las instalaciones por las cuales se deben tomar en cuenta:

- 1) PREVENCIÓN: Son las medidas para evitar el riesgo que podría llegar a ser un accidente o siniestro, que propicie el inicio de un conato (incendio o fuego)
- 2) PROTECCIÓN: Medidas para evitar la propagación y/o limitar sus consecuencias en el caso de que, a pesar de la prevención, el accidente o siniestro se produzca saliendo de control, tanto en pérdidas humanas como en pérdidas materiales. Todo ello debe ir conjugado con un plan de lucha contra incendios, que incluya sistemas de detección, voceo, alarma y extinción mediante sistemas húmedos, secos o equipos portátiles. (Martín-Gómez, 2014)

Para poder combatir o preferentemente erradicar el fuego producido por un incendio, es necesario eliminar cualquier de los componentes que hacen la flama como lo son el combustible (materiales flaméales como el cartón, papel, aceites o químicos), comburente (oxígeno propiciado por el aire) y el calor (aportación de energía) ver figura 1

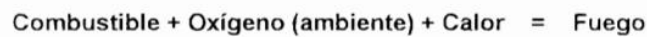
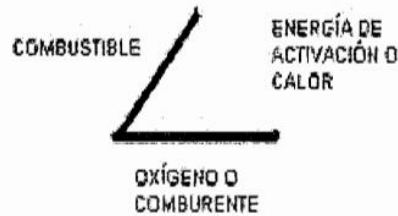


FIGURA 1.- (Grau, 2016)

Por lo que, para lograr la eliminación del conato, se necesitara erradicar cualquiera de estos tres factores que forman un triángulo ver figura 1.

Sin embargo, en los últimos años con base en las investigaciones realizadas, se ha visto la necesidad de considerar un cuarto factor como consecuencia de la reacción de los gases desprendidos de la combustión misma y el oxígeno del aire, hasta formar productos inertes (reacción en cadena). Entonces el triángulo se transforma en un tetraedro de fuego ver figura 1.2 (combustible, oxígeno o comburente, energía de activación o calor y reacción en cadena). (Miranda Barrera, 2004)

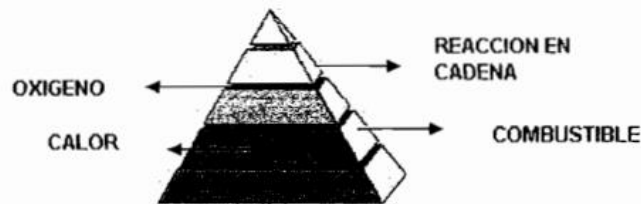


FIGURA 1.2 - (Grau, 2016)

por lo que hay diversos factores por los cuales se tendrá que aplicar dicha eliminación y estos podrían ser:

- Sofocación: En este caso, se va a actuar eliminando el oxígeno que se encuentre en el área de incendio, con lo cual el fuego ya no puede mantenerse, estos podrían aplicarse por medio del uso de mantas con las cuales se cubre el fuego, es una aplicación de este sistema, también los extintores de espuma actúan de este modo. (Miranda Barrera, 2004)
- Modificación del Ambiente: Consiste en sustituir la atmósfera de aire por otra inerte, volviéndola húmeda como sistema a base de rociadores. (Miranda Barrera, 2004)
- Por Supresión del Combustible: En este caso se trata de dispersar, aislar o eliminar el combustible. El fuego no puede continuar porque no tiene combustible que quemar. Los corta fuegos en los pastizales, o el cierre de las llaves de paso de combustibles, son formas de aplicar este método. (Miranda Barrera, 2004)
- Por Eliminación del Calor: Este método está orientado a actuar en contra del calor.

Se trata de bajar la temperatura a un nivel en que los materiales combustibles ya no puedan desprender gases y vapores inflamables. Uno de los mejores elementos para lograr esto es el agua. Mangueras y extintores con agua son los mejores agentes de extinción. (Miranda Barrera, 2004)

- Por inhibición de la Reacción en Cadena: Se basa en proyectar sobre el incendio ciertas sustancias químicas que bloqueen los radicales libres dando productos inertes. (Miranda Barrera, 2004)

Por lo que ante las normativas nos centramos a las investigaciones que ha proporcionado la NFPA ya que estos responden a la escena del incidente y documentan las circunstancias hasta el momento del incendio, explosión, u otro evento, así como la respuesta al incidente por parte de los servicios de emergencia. Definición de la NFPA según su página web www.nfpa.org

Los códigos y normas de la NFPA son usados en el análisis para ayudar a determinar las "lecciones aprendidas de cada incidente y podernos brindar un mejor análisis a considerar para la creación de ingenierías y cálculos en base a las áreas a proteger o naves industriales.

BOMBAS CONTRA INCENDIO

Son una parte importante de muchos sistemas de extinción de incendios a base de agua, incluidos los sistemas de rociadores, las redes de hidrantes y más.

Estas bombas proporcionan el caudal de agua y la presión que estos sistemas necesitan para realizar sus funciones, las bombas durante un evento son fundamentales para el éxito de un sistema contra incendios, existen diferentes tipos de bombas contra incendios, de estas son las bombas centrífugas, que son las más comunes y se utilizan con la mayoría de los sistemas, con las bombas centrífugas, la energía mecánica se convierte en cinética energía, en el medio fluido, presión y velocidad, y bombas de desplazamiento positivo para sistemas de baja presión y caudal.

Es importante seleccionar el tipo de bomba correcta para su instalación en cuanto al proyecto para evitar costos excesivos y presiones excesivas en el sistema que puedan dañar sus instalaciones, por lo que, se deben considerar todos los factores, como los requisitos de presión y caudal, la fuente de agua, etc.

El sistema de bombeo contra incendios deberá estar compuesto por las siguientes clases de bombas, una principal, una secundaria y un jockey para la presurización respectivamente, estas serán efectuadas con respecto a la necesidad de protección en el área del cuarto de bombeo los cuales se derivan en:

BOMBA PRINCIPAL ELECTRICA: accionada por un motor eléctrico, es la que entrará en acción al recibir una señal digital del PLC en el arrancador automático de la bomba. (Miranda Barrera, 2004) ver figura 1.3

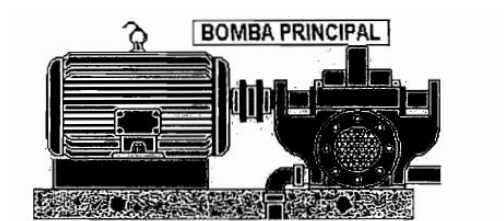


FIGURA 1.3 - (Miranda Barrera, 2004)

BOMBA DE COMBUSTION: accionada con un motor a Diesel preferentemente, es la bomba de emergencia que será accionada en el caso de que la bomba principal eléctrica no se encuentre en funcionamiento (por falta de energía eléctrica o por cualquier otro motivo). (Miranda Barrera, 2004) ver figura 1.4

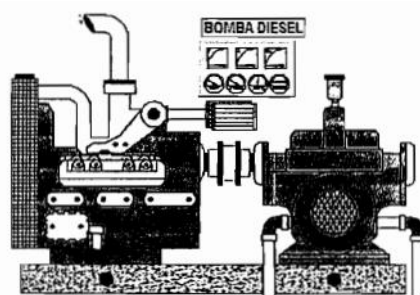


FIGURA 1.4- (Miranda Barrera, 2004)

BOMBA JOCKEY: accionada por un motor eléctrico, es un acople de las otras bombas, es la que se encuentra en funcionamiento continuo para mantener niveles óptimos de presión para el sistema de hidrantes y rociadores de equipos de toda la instalación, podrán instalarse más de una por cuarto de bombas si solo se llegase a requerir. (Miranda Barrera, 2004)ver figura 1.5

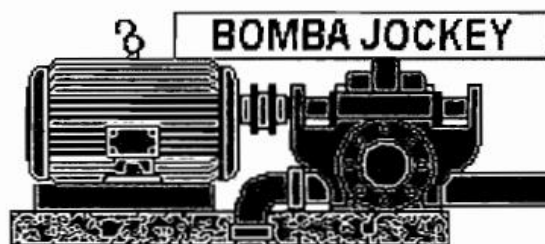


FIGURA 1.5 - (Miranda Barrera, 2004)

La sugerencia de instalación dependerá del fabricante o específicamente del proveedor como se demuestra en la figura 1.6, por lo que la empresa solo verificara que estos cumplan con los requisitos de instalación, así mismo estos deben ser programados por una activación tipo cascada por lo que deberán accionarse uno por uno para evitar algún riesgo de pérdida de energía por absorción en motores eléctrico o por riesgo de límite de presiones en los sistemas contra incendios.

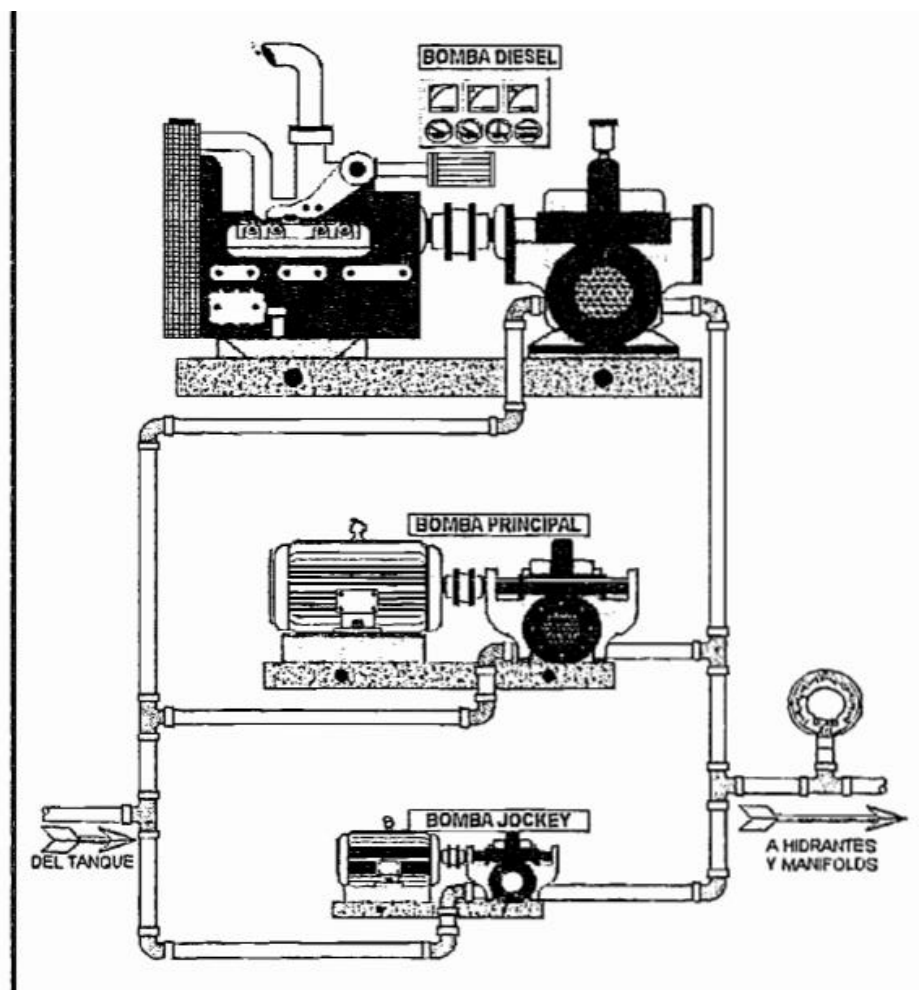


FIGURA 1.6 – DIAGRAMA BÁSICO DE INSTALACIÓN DE BOMBAS CONTRA INCENDIOS (Miranda Barrera, 2004)

La programación tipo cascada será reflejada por medio de algún contactor automático o medidor de flujo el cual dará paso uno a uno ya sea por tiempo o pérdida de flujo en sistema.

Se recomienda la activación con respecto a la necesidad de cada bomba donde la bomba jockey será la primer en activarse para mantener presurizado el sistema (presiones de activación de entre 155 psi a 145 psi).

Después se deberá activar la bomba principal eléctrica ya que esta al solo requerir energía eléctrica no dependerá de algún consumo limitado como lo es el combustible, estas solo requieren mantenerse energizadas por lo que el corporativo o la nave industrial siempre deberá contar con la energía externa que proveen a las industrias y en casos de mayor seguridad también deberán contar con una segunda fuente de energía como alguna otra planta de energía (sus presiones de activación serán entre los 135 psi a los 110 psi).

Por último, se deberá encender la bomba de combustión, ya que al ser una bomba de emergencia en casos extraordinarios, esta durara con respecto a la capacidad de su tanque de almacenamiento de combustible, por lo que se deben hacer los cálculos pertinentes necesarios

para abastecer al motor con un mínimo de tiempo de 30 minutos encendido dando el 100% de capacidad de arranque en sus rpm (revoluciones por minuto), el tiempo mínimo que se contempla se sugiere que sea de 30 minutos ya que regirnos por medio de la NFPA, estos indican el tiempo de espera para que los bomberos lleguen a su destino, siendo 30 minutos el tiempo aproximado que tardaran en llegar (la activación de esta bomba deberá rondar entre los 100 psi a los 80 psi).

TIPOS DE BOMBAS ADAPTABLES AL SCI

BOMBA EN LÍNEA

Las bombas en línea son muy útiles y fáciles de adaptar cuando el espacio es limitado en los cuartos de bombas. Estos pueden ser accionados a través de un eje vertical u horizontal. El tipo de eje vertical más común tiene el impulsor ubicado directamente sobre la bomba. Por lo general, estas bombas son muy baratas, pero también son una de las más costosas de reparar. El mantenimiento y la reparación de la bomba pueden ser difíciles porque, a diferencia de las unidades divididas, el sistema de motor debe levantarse y retirarse para acceder a la separación de la brida y entrar a la bomba. Para estas bombas, las bridas de succión y descarga están aproximadamente en el mismo plano en cuanto al eje como se muestra en la Figura 2 (Ybirma, 2017).

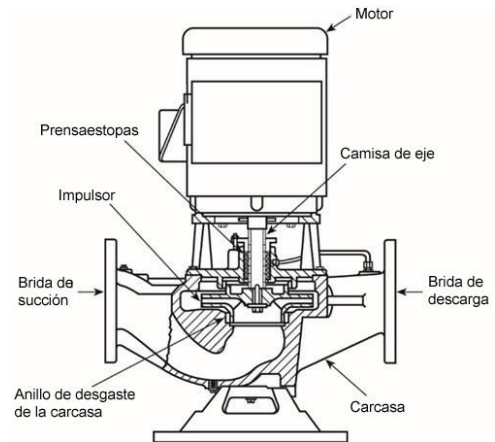


FIGURA 2.- DISEÑO DE BOMBA EN LÍNEA (Ybirma, 2017).

BOMBA DE CARCASA PARTIDA

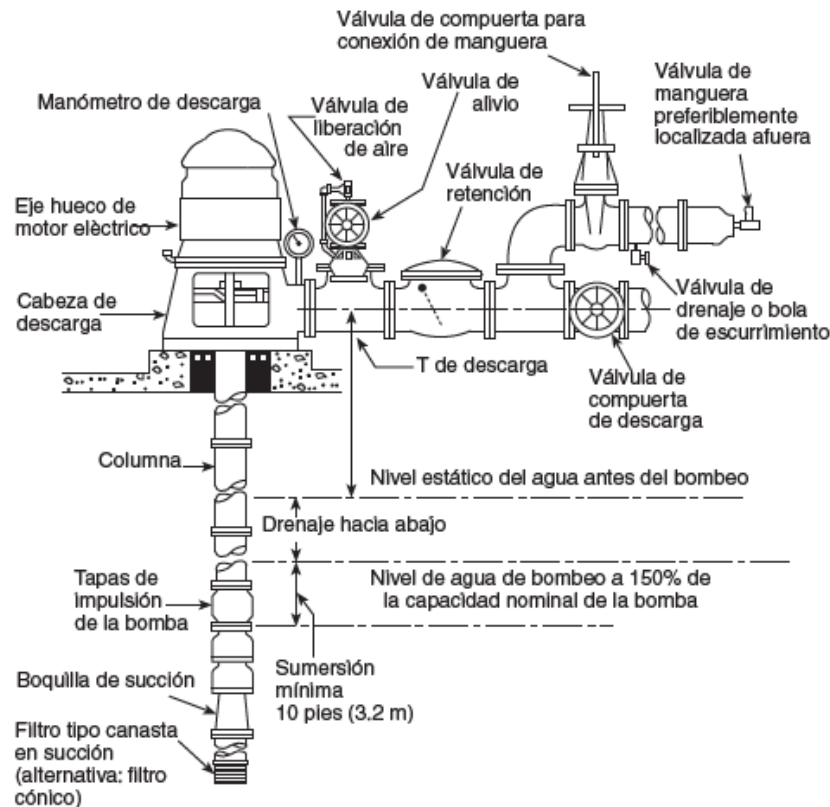
Con una bomba de carcasa partida horizontal, el agua fluye desde los lados opuestos de la carcasa de la bomba hacia el impulsor. Como sugiere el nombre, esta es una bomba dividida que se puede abrir para el mantenimiento de la bomba y está conectada al impulsor por un eje horizontal como se muestra en la figura 2.1 (Andritz, 2016). Son altamente confiables, tienen un amplio rango de flujo y presión, son fáciles de mantener, tienen un acceso relativamente fácil a los sumideros divididos y están disponibles con motores eléctricos y diésel. Sin embargo, generalmente requiere la mayor superficie de todas las bombas contra incendios.



FIGURA 2.1.- BOMBA DE CARCASA PARTIDA (Andritz, 2016)

BOMBA DE TURBINA VERTICAL

La bomba centrífuga contra incendio de eje vertical con impulsores rotativos o descarga por elemento bomba e impulsor coaxial al eje. El elemento de la bomba está suspendido por un sistema de accionamiento que encierra un sistema de eje vertical que se utiliza para transmitir potencia al impulsor. A diferencia de todos los tipos de bombas contra incendios anteriores, debe usarse (según NFPA-20) cuando tiene una caja de succión de piso (succión negativa) ver Figura 2.2 (Ybirma, 2017)



Nota: La distancia entre la base del filtro y la base del pozo húmedo deberá ser la mitad del diámetro de las tapas de impulsión de la bomba pero no menores de 12 pulgadas (305 mm)

FIGURA 2.2- DISEÑO DE BOMBA VERTICAL (NFPA 20, 2019)

Al saber los tipos de bombas que se encuentran aprobados y certificados, se determina el tipo de bomba de acuerdo a las necesidades del sistema con respecto al área y los riesgos de incendios que podrían encontrarse o hacerse con respecto a la nave industrial o al almacén.

Por lo que al ser una zona gentrificada estos no cuentan con una extensión de agua positiva (tanque elevado) por lo que su suministro de agua se encuentra por debajo de sus cimientos almacenada en cisternas o pozos volviendo una succión negativa.

EQUIPOS DE BOMBEO

De acuerdo con los requisitos ante la NFPA 20 las bombas de combustión deben ser un requisito para la protección del SCI, la norma indica que debe de haber 02 equipos que suministren para la protección 01 de tipo de agnación y 01 eléctrico como mínimo, estos equipos deben ser utilizados con única y específica protección de contra incendios, por lo que no deben ser utilizadas para otro servicio, ver figura 3

4.7.1* Las bombas contra incendio deben estar dedicadas al servicio de la protección contra incendios y listadas para dicha actividad.

FIGURA 3 – EXTRACTO DE NORMA, PUNTO 4 “REQUISITOS GENERALES” (NFPA 20, 2019)

Así mismo, solo motores o bombas específicas pueden ser utilizadas para el servicio de protección, el cual con base a su característica debe brindar las presiones mínimas a requerir para el bombeo suficiente correspondiente a sistemas húmedo o secos a base de rociadores, hidrantes, etc, ver figura 3.1

4.7.2 Motores aceptables para las bombas en una única instalación deben ser eléctricos, diésel, turbinas de vapor o una combinación de éstos.

FIGURA 3.1- EXTRACTO DE NORMA, PUNTO 4 “REQUISITOS GENERALES” (NFPA 20, 2019)

En el caso de activación, debe de haber 02 tipos de arranque, manual y automático, los arranques en tipo manual son accionamiento que puede realizar uno físicamente mediante su botonería y/o palancas en el tablero o en el caso de las bombas de combustión en su tablero principal los cuales son requeridos en los procesos de mantenimiento o pruebas exclusivamente.

Con respecto a los arranques en automáticos, estos deben ser accionados mediante un controlador electrónico, el cual puede ser ante pérdida de presión en el sistema o mediante detectores electrónicos (estas instalaciones dependerán con respecto a las decisiones del solicitante de la instalación o recomendaciones del proveedor), estos equipos solo se restablecerán única y específicamente mediante la desactivación por personal autorizado, ver figura 3.1.1

10.5.2.2.1 Los controladores de bombas contra incendio automáticos accionados por interruptor sin presión deben iniciar la secuencia de arranque del controlador a través de la apertura automática de un contacto(s) remoto(s)

Figura 3.1.1-3 – EXTRACTO DE NORMA, PUNTO 10 “CONTROLADORES Y ACCESORIOS PARA MOTORES” (NFPA 20, 2019)

TABLEROS O GABINETES

En el caso de las instalaciones de sus tableros principales, estos deben de contar con equipos

básicos de control (dependerán de equipos más sofisticados o de mayor respaldo de protección con respecto al equipo a activar)

Como requisito básico se debe instalar luces indicadoras para comprobar visualmente que los equipos se encuentran apagados o encendidos sea el caso.

Así mismo, independientemente de las botonerías necesarias para el arranque y los arranques necesarios de cada motor, se recomienda instalar 01 botón selector o perilla para un mejor cambio de equipo ya que los botones pulsadores NA (Normalmente Abierto) o NC (Normalmente Cerrado) tienden a dañarse más rápido y pueden provocar algún mal enclavamiento o shock eléctrico en los equipos. Ver figura 3.1.2

Estos tableros personalizados deberán estar completamente aislados de las instalaciones eléctricas, por lo que también deberán contar con su instalación puesta a tierra para evitar una energización o una carga en el tablero.

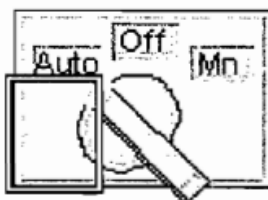


FIGURA 3.1.2 -PERILLA O SELECTOR (Miranda Barrera, 2004)

BOMBAS DE COMBUSTIÓN

Las bombas de combustión son necesarias como un respaldo en caso de no tener energía para la activación de las bombas eléctricas, así mismo como requisito, no se deben instalar equipos de ignición por chispa como lo son los la mayoría de combustión a base de gasolina. Ver figura 3.2

11.1.3.2 No deben utilizarse motores de combustión interna de ignición por chispa.

Figura 3.2-EXTRACTO DE NORMA – PUNTO 11 “IMPULSOR CON MOTOR DIESEL” (NFPA 20, 2019)

Los motores de combustión al ser accionados por medio de un sistema automático, estos deberán permanecer encendidos y solo serán desactivados manual mente en sus tableros, ya que, al ser un equipo de protección, este será el último equipo en permanecer activo ante un conato, por lo que, en caso de pérdida de energía y/o caso extraordinario, las bombas eléctricas no podrán encenderse por lo que la bomba de combustión será el único en responder ante un incendio, ver figura 3.2.1

10.5.2.2.3 No debe haber medios capaces de detener el motor de la bomba contra incendio, con excepción de los existentes en el controlador de la bomba.

Figura 3.2.1- EXTRACTO DE NORMA – PUNTO 10 CONTROLADORES Y ACCESORIOS PARA MOTORES (NFPA 20, 2019)

Al igual que un automóvil, se requiere realizar y checar, cambiar o rellenar sus niveles de líquidos como el anticongelante o aceite en ciertos tiempo, al ser equipos que se accionan cada semana, mensual, trimestrales y anual (se deberá checar los tiempos de arranque con respecto a las estrategias y reglamentos condicionales requeridos por el líder de mantenimiento) para poder prevenir algún fallo o daño en su sistema, se recomienda realizar el cambio anualmente ya que estos equipos no se mantienen en un uso continuo.

Con respecto a las baterías, se deber contar 01 batería por cada crack de arranque, por lo que normalmente los motores de combustión cuentan con un mínimo de 02 cranks ver figura 3.2.2

11.2.7.2.1.1 Cada motor debe estar provisto de dos unidades de batería de almacenamiento: unidad de batería A y unidad de batería B.

Figura 3.2.2 – EXTRACTO DE NORMA – PUNTO 11 IMPUSLOR CON MOTOR DIESEL (NFPA 20, 2019)

En cuanto a sus tableros, deberá contar con los respectivos arranques individuales para emergencia, por lo que se divide en:

1. Selector o Perilla para activación en automático, sistema en off o cambio en manual.
2. Botón de paro de emergencia
3. Botón de activación de Crank 1
4. Botón de activación de Crank 2
5. Botón de stop

Por igual deberá contar con un medidor de voltaje y amperaje por cada cranck instalado, así como su horómetro de encendido.

Por consiguiente, deberá llevar instalado 01 o más solenoides de arranque (dependerá del fabricante y sus especificaciones) para las pruebas de mantenimiento o encendido automático.

Por último, se deberá contemplar su instalación de prueba automática el cual consta de 01 manómetro para la revisión visual de perdida de presión, una válvula de cierre rápido que conecta directamente al drenaje o retorna a su cisterna.

BOMBA ELÉCTRICA Y JOCKEY

Ante toda instalación, se debe colocar el diagrama de conexión eléctrico dentro del gabinete para en caso de algún cambio o modificación en el sistema se pueda ver analizar fácilmente, ver figura 3.3

10.3.7 Diagramas eléctricos e instrucciones.

10.3.7.1 Debe contarse con un diagrama esquemático eléctrico y colocarse en forma permanente en la parte interior del gabinete del controlador.

Figura 3.3 – EXTRACTO DE NORMA PUNTO 10 “CONTROLADORES Y ACCESORIOS PARA MOTORES” (NFPA 20, 2019)

No está permitido ante la norma la instalación de otros accesorios que puedan manipular a otros equipos en su gabinete o tablero de control, es decir, no se debe colocar algún otro controlador de otra bomba o equipo por lo que el gabinete debe ser exclusivo y solo se deberá instalar lo necesario para la manipulación de un solo equipo de bombeo eléctrico, ver figura 3.3.1

10.3.4.5 Conexiones de campo.

10.3.4.5.1 No debe usarse un controlador de bomba contra incendio como caja de conexiones para ningún propósito (ver Sección 9.7), entre los que se incluyen los siguientes:

- (1) Para abastecer otros equipos
- (2) Para empalmar cables entrantes o salientes
- (3) Para conectar la supresión de sobretensiones externa

Figura 3.3.1 - EXTRACTO DE NORMA PUNTO 10 “CONTROLADORES Y ACCESORIOS PARA MOTORES”
(NFPA 20, 2019)

PELIGROS INDUSTRIALES

los peligros industriales tales como atmósferas explosivas o polvos combustibles trabajar o inspeccionar en espacios confinados y las amenazas asociadas en enfermedades lesiones o daños están en constante evolución por lo que, en todas las naves industriales, edificios y almacenes son necesarios mantener una actualización del sistema o darle un seguimiento de mantenimiento para la protección de vida.

Ya que, dependiendo de la clasificación del riesgo que se encuentre en el área se determinara por un medio de análisis los riesgos que conllevara el tipo de caudal adquirido en el sistema de bombeo.

CLASIFICACION DE PRODUCTOS O EQUIPOS EN OFICINAS Y AREAS

la clasificación de productos es utilizada para categorizar el contenido de las ocupaciones de almacenamiento para que se pueda identificar el diseño del sistema de rociadores, sistema de alarma y detección o colocación de extintores. (O'Connor, 2022)

la clasificación de productos está determinada no solo por el producto sino también por el empaque de este producto ver figura 4 (O'Connor, 2022) el contenedor en el que se encuentran esos productos empaquetados e incluso el tipo de tarima.

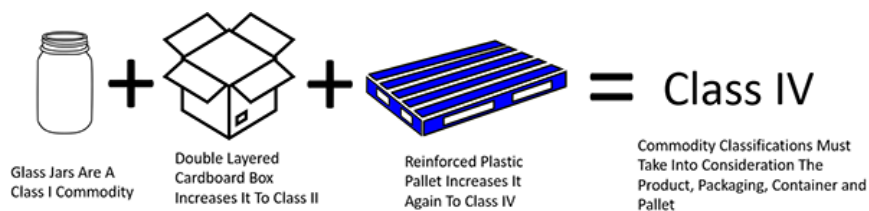


Figura 4 – CLASIFICACION DE PRODUCTOS CON RESPECTO MATERIAL(O'Connor, 2022)

las clasificaciones de productos se dividen en clases I al IV y plásticos del grupo A al C, siendo la clase I el nivel de peligro más bajo y los plásticos expandidos del grupo A el nivel de peligro más alto como se muestra en la figura 5 (O'Connor, 2022)

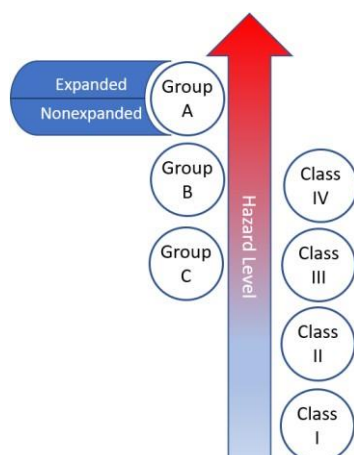


Figura 5 – GRADO DE NIVEL RIESGO (O'Connor, 2022)

CLASE I:

Una mercancía Clase I se define como un producto no combustible que cumple con uno de los siguientes criterios:

- Colocado directamente sobre tarimas de madera
- Colocados en cajas de cartón ondulado monocapa, con o sin separadores de cartón de un solo espesor.
- Retractilado o envuelto en papel como unidad de carga.

CLASE II:

Una mercancía de Clase II se define como un producto no combustible que se encuentra en cajas de listones de madera, cajas de madera maciza, cajas de cartón corrugado de varias capas o material de embalaje combustible equivalente.

CLASE III:

Una mercancía de Clase III se define como un producto fabricado con madera, papel, fibras naturales o plásticos del Grupo C con o sin cartones, cajas o cajones.

Se permitirá que una mercancía de Clase III contenga una cantidad limitada (5 por ciento o menos por peso de plástico no expandido o 5 por ciento o menos por volumen de plástico expandido) de plásticos del Grupo A o del Grupo B.

Clase IV:

Una mercancía de Clase IV se define como un producto que cumple con uno de los siguientes criterios:

1. Construido parcial o totalmente de plásticos del Grupo B
2. Consiste en materiales plásticos del Grupo A de flujo libre
3. En cartón, o dentro de un contenedor de madera, que contenga más del 5 por ciento y hasta el 15 por ciento en peso de plástico no expandido del Grupo A
4. En cartón, o dentro de un contenedor de madera, que contiene más del 5 por ciento y hasta el 25 por ciento por volumen de plásticos expandidos del Grupo A
5. En cartón, o dentro de un contenedor de madera, que contiene una mezcla de plásticos expandidos y no expandidos del Grupo A y cumple con la sección de gráficos al final del blog
6. Expuesto, que contiene más del 5 por ciento y hasta el 15 por ciento en peso de plástico no expandido del Grupo A
7. Expuesto, que contiene una mezcla de plásticos expandidos y no expandidos del Grupo A y cumple con la sección de gráficos al final del blog.

PLÁSTICO

Los plásticos son un poco más sencillos ya que hay una lista específica de lo que contiene cada grupo. La clasificación de los plásticos se complica cuando el producto que se almacena es una combinación de diferentes grupos de plásticos, pero los gráficos al final de este blog deberían ayudar a aliviar parte de ese trabajo.

Plásticos del Grupo C: Los plásticos del Grupo C se tratan como Mercancías Clase III y consisten en lo siguiente: Fluoroplásticos (PCTFE -policlorotrifluoroetileno; PTFE-politetrafluoroetileno)

- Melamina (melamina formaldehído)
- fenólico
- PVC (cloruro de polivinilo, flexible, PVC con un contenido de plastificante de hasta el 20 por ciento)
- PVDC (cloruro de polivinilideno)
- PVDF (fluoruro de polivinilideno)
- Urea (urea formaldehído)

Plásticos del Grupo B: Los plásticos del Grupo B se tratan como Mercancías Clase IV y consisten en lo siguiente:

- Caucho de cloropreno
- Fluoroplásticos (ECTFE: copolímero de etileno-clorotrifluoroetileno; ETFE: copolímero de etileno-tetrafluoroetileno; FEP: copolímero de etileno-propileno fluorado)
- Goma de silicona

Plástico del Grupo A: Los plásticos del Grupo A se subdividen en plásticos del Grupo A expandidos y no expandidos y consisten en todos los plásticos enumerados en la siguiente tabla.

- ABS (copolímero de acrilonitrilo-butadieno-estireno)
 - FRP (poliéster reforzado con fibra de vidrio)
-

- policarbonato
- PVC (cloruro de polivinilo, altamente plastificado, con un contenido de plastificante superior al 20 por ciento) (rara vez se encuentra)
- Acetal (poliformaldehído)
- Caucho natural
- Elastómero de poliéster
- Acrílico (polimetilmetacrilato)
- Caucho de nitrilo (caucho de acrilonitrilo-butadieno)
- Polietileno
- Caucho de butilo
- Nailon (nailon 6, nailon 6/6)
- polipropileno
- PVF (fluoruro de polivinilo)
- Celulósicos (acetato de celulosa, butirato de acetato de celulosa, etilcelulosa)
- PET (poliéster termoplástico)
- Poliestireno
- SAN (estireno acrilonitrilo)
- EPDM (caucho de etileno-propileno)
- polibutadieno
- Poliuretano
- SBR (caucho estireno-butadieno)

MADERA

La afectación que sufre la madera en un incendio es un proceso que puede seguir las siguientes fases naturales:

- Pérdida del contenido de agua en la madera en forma de vapor y calentamiento superficial.
- Pirólisis, descomposición térmica y emisión de gases combustibles, la velocidad de propagación superficial es superior a la de penetración.
- Inflamación de la madera, aparecen las primeras llamas.

Si se observan los restos de madera que no han sido afectados en su totalidad en un incendio, se pueden apreciar sobre una sección de la misma tres zonas diferenciadas por orden decreciente de afectación, la parte carbonizada, la zona de pirolisis y la menos afectada. La zona superficial expuesta al fuego y carbonizada, presenta formas rectangulares, separadas por surcos, efecto que suele denominarse “piel de cocodrilo”. El análisis de la profundidad de la parte carbonizada, ofrece la máxima fiabilidad para evaluar la propagación del fuego. Midiendo la profundidad y extensión relativa de la parte carbonizada, se puede determinar qué parte de la madera estuvo más tiempo expuesta a la fuente de calor. (Carpio, 2017)

La profundidad relativa de la parte carbonizada medida con un punzón es la clave para el buen uso de este análisis. Cuando la línea de marcación entre la parte carbonizada y la madera intacta es muy nítida, es signo de una velocidad de propagación del incendio rápida por el contrario no lo sería. (Carpio, 2017)

MATERIALES ADICIONALES Y APROBACIONES PARA LA INSTALACION

Cada suministro e instalación de tuberías, válvulas, conexiones, sensores, soportes y equipos, deben ser supervisados y aprobados con forme a las normas NFPA donde estas mismas requieren aprobaciones como “**UL**” (**Underwriters Laboratories**) el cual es una compañía internacional de seguridad y certificación de productos, de hecho, esta compañía certifica muchos productos más allá del ámbito de productos contra incendios, pudiendo encontrarla en menajes, aparatos eléctricos, luminarias sustentables, etc.

En el caso de los productos de protección contra incendios, esta compañía certifica que el funcionamiento de las tuberías, accesorios y equipamiento será conforme ciertos estándares probados que garantizan el correcto funcionamiento de los mismos durante un incendio.

Al igual que la aprobación por parte de “**FM**” (**Factory Mutual**) compañía aseguradora que se presenta a sí misma como proveedor de soluciones de seguridad “a prueba de fallos” Para tales fines, posee un programa de acreditaciones (Certificaciones de cumplimiento o CoC, por sus siglas en inglés) cuyo objetivo final es disminuir los riesgos obtenidos por distintas amenazas; entre ellas, los incendios.

Es importante aclarar que un producto puede ser certificado “**UL**” para incendios y ser empleado en sistemas acorde NFPA (National Fire Protection Association), pero si no está certificado por FM y es esta compañía quien certificará la instalación, será obligatorio buscar un producto alternativo que cuente con la certificación emitida por esta otra compañía.

En muchos casos, los estándares de **FM** son más rígidos que los de **UL**, pero generalmente coinciden. Como es requisito que los fabricantes coloquen una marca que identifique la certificación de los mismos y muchas veces el mismo producto cumple con los requisitos de ambas compañías, se tiende a ver el “**UL/FM**”.

Luego, cuando vemos que un producto cuenta con ambas marcas, tenemos libertad de poder emplearlo en sistemas que serán certificados, ya sea por NFPA (conforme UL) o por FM, para la protección contra incendios. (Canala-Echevarría, 2005)

TUBERIA y CONEXIONES

Las tuberías y accesorios como válvulas mariposas, tipo globo, coples, rociadores y tapones para la instalación de estos sistemas debe de ser superiores por un 200% en cuanto a las presiones admisibles por las bombas contra incendios, por lo que una tubería al ser aprobada por UL/FM deben de soportar por un mínimo de 300 psi ya que el estándar de presión ejercida en un sistema debe de rondar con una presión variable entre 145 psi a 150 psi.

APROBACIONES Y PRUEBAS

Cada aprobación requerida en el área, debe ser supervisada tanto en la prueba hidrostática como en el modelo de instalación el cual debe cumplir al pie de la letra con forme a la planificación instalada

en los softwares en Autosprink y Tolbrace los cuales se basan en el cálculo correspondiente por cada cambio de dirección tomada por algún codo o reducción de tubería. Ver figura 6.1 (NFPA 20, 2019)

Una vez verificado que el equipo este instalado adecuadamente con forme a los detalles del sistema del Autosprink, se procede a realizar las pruebas hidrostáticas en las instalaciones las cuales deber ser por encima 200 psi los cuales en la empresa SONI FIRE aplicamos la prueba en 220 psi con un tiempo mínimo de 2 horas.

Con estas pruebas se puede definir algunas fallas como fuga en sistema o mala instalación de equipos.

Estas pruebas se basan en las presiones del caudal que arroja el sistema de bombeo el cual se obtiene en 03 fases. Ver figura 6 (NFPA 20, 2019)

14.1.2 Prueba hidrostática.

14.1.2.1 Las tuberías de succión y de descarga deben probarse hidrostáticamente a una presión no menor a 200 psi (13.8 bar), o a 50 psi (3.4 bar) por encima de la presión máxima que mantendrá el sistema, la que resulte mayor.

Figura 6 – EXTRACTO DE NORMA – PUNTO 14 “PRUEBAS DE ACEPTACION DESEMPEÑO Y MANTENIMIENTO” (NFPA 20, 2019)

Las pruebas en bombas se verán configuradas con respecto el GPM (Galón Por Minuto) que este mismo proporcione, como ejemplo se tomara una galonaje de 500 GPM:

Caudal al 0%: el cual el GPM (Galón Por Minuto) debe estar arrojando 150 psi con una prueba de válvula cerrada completamente el cual dependiendo de la bomba será el GPM que deberá arrojar (como ejemplo se tomará una idea de 500 GPM a 150 psi)

Caudal al 100%: el cual el GPM deberá arrojar de 135 psi a 140 psi con respecto al movimiento de flujo con una prueba de válvula abierta ajustándola a su galón requerido siendo 500 GPM (variación en presión la cual disminuye de entre 10 a 15 psi)

Caudal al 150%: la prueba de válvula se abre arrojando un flujo de 750 GPM el cual tendrá una reducción de presión de 25 a 30 psi, por lo que el sistema tendrá una presión aproximada de 125 a 120 psi con un flujo de 750 GPM.

Estas pruebas nos sirven para corroborar que el equipo cumple con las necesidades de funcionamiento y presiones que abastecerán el sistema contra incendios.

Las pruebas de caudal se hacen Anual mente para cerciorarse que el equipo cumple con su rendimiento de bombeo.

En el caso de no cumplir con el requerido abastecimiento, este mismo será reportado ante los proveedores para indicar su cambio o mantenimiento correctivo en el motor.

TUBERIA DEL SCI

De acuerdo con las normas aplicables en sistema, la tubería del Sistema Contra Incendio (SCI) debe cumplir con especificaciones ya sea por las normas en que se rige la empresa o si esta misma solicita algún material o marca en específico, las normas aplicables dependerán de acuerdo a que no sobrepasen del mínimo en especificaciones con las Normas oficiales Mexicanas, por lo que si la normas propias por aplicadas por la empresa no cumplen o no logran superar el mínimo de instalación estas serán descartadas y se aplicaran las normas con mayor índice de precaución para evitar riesgos.

De acuerdo con la NFPA, la tubería debe de soportar como mínimo el doble de presión que se ejerce en el sistema, por lo que al mantenerse con una presión a 150 psi, este mismo debe de retener el doble siendo 300 psi, al igual que la cedula, estos dependerán de la instalación o conexión a instalara ya que para poder realizar una instalación roscada se sugiere utilizar tubería con cedula mayor a 40, así mismo al realizar una instalación ranurada esta deberá ser igual o mayor a una cedula 10, en dado caso de requerir una cedula en específico, esta será reflejada ante la norma aplicada ya sea por la NOM, NFPA o la norma impartida por la misma empresa a instalar.

ACCESORIOS EN INSTALACION

Para los accesorios de sistemas húmedos, se requiere para visualización o protección ciertos equipos los cuales evitaran que estos corran el riesgo de sufrir algún daño por fuga o presiones excesivas.

1. Manómetro

Los manómetros nos sirven como equipo de medición de visualización directo en sistemas húmedos para corroborar que el SCI tenga la presión adecuada las cuales serán solicitada antes y después de las bombas para verificar su paso de succiona miento (en dado caso de ser una bomba vertical no es necesario, ya que estas requieren un levamiento de agua durante la succión [lo que se conoce como succión negativa ya que el nivel del agua se encuentra por debajo del suelo] ya que la presión solo será ejercida cuando se active la bomba), en dado caso de ser una instalación de bomba en horizontal, se deberá considerar ya que esta medirá la presión que ejerce el agua a nivel del piso hacia el paso de succión de las bombas. Ver figura 6.1

8.1.1.2* Los manómetros deben ser instalados encima y debajo de cada válvula de retención de alarma o válvula de retención del montante del sistema donde haya tales dispositivos.

Figura 6.1 – EXTRACTO DE NORMA – PUNTO 8 “ACCESORIOS Y CONEXIONES PARA SISTEMA DE BOMBAS” (NFPA13, 2019)

2. Válvulas de Alivio

Las válvulas de alivio nos sirven para evitar y eliminar las presiones no previstas en el sistema, ya que este mismo debe de contener una presión estándar de 150 psi $\pm$ 10 psi por lo que solo superara los 200 psi con la única condición de ser requerido por alguna prueba hidrostática,

las válvulas de alivio nos sirven para evitar presiones superiores a las estandarizadas como base del sistema por lo que estas deben estar calibradas para abrirse en cuestión de un aumento de presión no requerido o sin estar supervisado. Ver figura 6.2

8.1.2.1 A menos que se cumplan los requisitos de 8.1.2.2, un sistema de tubería húmeda debe ser provisto con una válvula de alivio listada de un tamaño de no menos de ½ pulg. (15 mm), la que debe estar configurada para funcionar a 175 psi (12 bar) o a 10 psi (0.7 bar) por encima de la presión máxima del sistema, lo que sea mayor.

Figura 6.2 - EXTRACTO DE NORMA – PUNTO 8 “ACCESORIOS Y CONEXIONES PARA SISTEMA DE BOMBAS” (NFPA13, 2019)

3. Dispositivos de apertura rápida y/o retención

Los dispositivos de apertura rápida (válvulas) deben de ser instalados si o si en puntos estratégicos ya que estos nos ayudaran a abrir o restringir la el flujo de agua en el sistema. Estos deben de estar instalados como mínimo en los siguientes puntos:

- Retención y/o conexión de tanque elevado a cuarto de bombas.
- Succión de sistema individual para cada bomba.
- Succión de descarga individual para cada bomba.
- Conexión a Cabezal de pruebas para bombas.
- Conexión de loop principal (Cabezal principal de tubería que alimenta todo el SCI).
- Salida de cuarto de bombas.

Estos dispositivos nos ayudaran dependiendo la ubicación y la necesidad de bloquear o dar el paso de agua para poder garantizar una manipulación con respecto a la necesidad que se requiera en campo, ver figura 6.3

8.2.4.6 Si el dispositivo de apertura rápida requiere de retroalimentación de presión desde la cámara intermedia, debe permitirse un tipo de válvula que claramente indique si está abierta o cerrada, en lugar de esa válvula de retención.

8.2.4.7 Donde se utilice una válvula de acuerdo con 8.2.4.6, la válvula debe ser fabricada de manera que pueda ser bloqueada o sellada en la posición abierta.

Figura 6.3 - EXTRACTO DE NORMA – PUNTO 8 “ACCESORIOS Y CONEXIONES PARA SISTEMA DE BOMBAS” (NFPA13, 2019)

CAPÍTULO III

DESARROLLO

CONDICIONES DE DISEÑO

Para la instalación del nuevo SKID de bombeo con motor de combustión a diésel nos basamos en la NOM-002-STPS-2010 en la sección de V.1 redes hidráulicas donde nos marca que se debe de contar con un sistema de bombeo como mínimo de dos fuentes de energía que pueden ser por diésel y eléctrico. Ver en figura 6.2 (Alarcón, 2010)

- f) Contar con un sistema de bombeo que tenga, como mínimo, dos fuentes de energía, que pueden ser eléctrica, diesel, tanque elevado, o una combinación de ellas, automatizadas y que mantengan la presión indicada en el inciso j) del presente numeral;

figura 6.2 – EXTRACTO DE NORMA – REFERENCIA V “SISTEMAS FIJOS CONTRA INCENDIOS” (Alarcón, 2010)

Para reforzar este tema revisamos la NFPA 20 en el capítulo 4 “Requisitos generales” así mismo nos determina que debemos de instalar el equipo de bombeo con bombas centrifugas con fuente de alimentación a diésel, así como eléctrica ver figura. 7 (NFPA 20, 2019).

4.7 Pumps, Drivers, and Controllers.

4.7.1* Fire pumps shall be dedicated to and listed for fire protection service.

4.7.2 Acceptable drivers for pumps at a single installation shall be electric motors, diesel engines, steam turbines, or a combination thereof.

Figura 7 – EXTRACTO DE NORMA – PUNTO 4 REQUISITOS GENERALES” (NFPA 20, 2019)

Actualmente el edificio cuenta con hidrantes como protección contra incendio. Estos hidrantes cuentan con gabinete y mangueras de 1 ½” x 30 mts. Los cuales están distribuidos en todos los pisos de la oficina matriz para el combate ante cualquier conato de incendio.

Para realizar la comprobación de que el equipo de bombeo está diseñado para la aplicación de los hidrantes actualmente instalados ver figura 8 (NFPA14, 2007) . Nos basaremos en la NFPA 14 en donde clasificamos los hidrantes de oficinas matriz en clase II ver figura 9 (NFPA14, 2007) , y nos marca que estos deben de funcionar a un gasto mínimo de 100 gpm a una presión mínima de 65 psi.

7.8* Límites de Presión Mínima y Máxima.

7.8.1 Presión de Diseño Mínima para Sistemas Diseñados Hidráulicamente. Los sistemas de tubería vertical diseñados hidráulicamente deben estar proyectados para proveer la tasa de flujo de agua requerida por la Sección 7.10 a una presión residual mínima de 6.8 bares (100 psi) en la salida de la conexión de manguera de 65 mm (2 1/2 pulgadas) más remota hidráulicamente y 4.5 bares (65 psi) en la salida de la estación de manguera de 38 mm (1 1/2 pulgadas) más remota hidráulicamente.

7.10.2 Sistemas Clase II.

7.10.2.1 Tasa de Flujo Mínima.

7.10.2.1.1 Para sistemas Clase II, la tasa de flujo mínima para la conexión de manguera hidráulicamente más remota debe ser 379 L/min (100 gpm).

Figura 8 – EXTRACTO DE NORMA – PUNTO 7 “DISEÑO” (NFPA14, 2007)

Figura 9 – EXTRACTO DE NORMA – PUNTO 7 “DISEÑO” (NFPA14, 2007)

Del cálculo hidráulico realizado para la red de hidrantes existente en la página de “Resumen Hidráulico”, **se consideró la apertura de los dos hidrantes de manera simultánea para el combate contra incendio**, los cuales representan un gasto de **200 gpm a una presión de 93.57 psi** ver figura 10 (SONI FIRE, 2023)

Supplies										
Node	Name	Hose Flow (gpm)	Static (psi)	Residual (psi)	@	Flow (gpm)	Available (psi)	Total Demand (gpm)	Required (psi)	Safety Margin (psi)
5	Water Supply		135.000	125.000		250.00	128.382	200.00	93.578	34.804

Figura 10 - Datos obtenidos del cálculo hidráulico realizado en AutoSprink V.12 (SONI FIRE, 2023)

Como se puede observar en los resultados del cálculo hidráulico **200GPM @ 93.57 PSI** se demuestra que el equipo de bombeo propuesto es capaz de suministrar la presión y flujo requeridos en el sistema, ya que la bomba propuesta es de **250 gpm @ 125 psi**.

Las bombas contra incendio normalmente están inactivas, salvo cuando se realizan las inspecciones y pruebas periódicas recomendadas, estas deben cumplir con ciertos requerimientos de presión caudal, para que estén dentro de las curvas normalizadas de operación.

La forma de la curva de operación de una bomba contra incendio se determina por medio del cumplimiento de los tres puntos siguientes: Caudal Cero, Valor Nominal y Sobrecarga, apoyados para tomar lecturas por medio de un medidor de flujo o un cabezal de pruebas.

Caudal Cero. Cuando la bomba opere a la velocidad nominal y la válvula de descarga está cerrada, en una bomba centrífuga no debe exceder del 120% de la presión nominal al 100% de la capacidad. En las bombas verticales la presión total con caudal cero no debe exceder del 140% de la presión nominal al 100% de la capacidad.

El punto de caudal cero representa la máxima presión total permisible; de otro modo, la bomba tendría una curva característica ascendente o convexa. Con una curva convexa podría haber dos puntos de caudal distintos para una misma presión.

Valor Nominal 100%. La curva debe pasar a través o por encima del punto de capacidad y presión nominales (Ver curva de bomba seleccionada).

Sobrecarga. Al 150% de la capacidad nominal, la presión total no debe ser inferior al 65% de la presión nominal, en este caso la curva de la bomba también debe pasar a través o por encima de del punto de sobrecarga.

Los medidores de flujo y cabezales de pruebas para los cuartos de bombas deben de ser instalados de acuerdo a la sección **4.20.2 Meters and Testing Devices** (NFPA 20, 2019), en la cual se indican las características que deben cumplir estos dispositivos y que, de acuerdo a la capacidad del equipo de bombeo, será el diámetro mínimo de la tubería para alimentar el medidor de flujo, este último dato se puede encontrar en la tabla **4.28(a) Summary of Centrifugal Fire Pump Data (U.S. Customary)** ver figura 11 (NFPA 20, 2019).

De acuerdo a la **tabla 4.28(a) “Resumen de datos de bombas centrífugas contra incendios (métrico)”** ver figura 11 (NFPA 20, 2019) se nos indica que para un equipo de bombeo con capacidad de **250 GPM**, debemos tener un cabezal de pruebas alimentado por una tubería de 3” con un arreglo de 1 Válvula de 2 ½” para la toma de lecturas de presión y sacar la curva de eficiencia

de la bomba. Aunque en este caso no se va a instalar un cabezal de pruebas, si no, un medidor de flujo con retorno a cisterna que es la otra opción, en este caso será uno con un diámetro de 3”.

Table 4.28(a) Summary of Centrifugal Fire Pump Data (U.S. Customary)

Pump Rating (gpm)	Minimum Pipe Sizes (Nominal) (in.)							
	Suction ^{a,b,c}	Discharge ^a	Relief Valve	Discharge	Meter Device	Number and Size of		Hose Header Supply
						Hose Valves	Nonthreaded Connections	
25	1	1	¾	1	1¼	1 — 1½	1 — 2½	1
50	1½	1½	1¼	1½	2	1 — 1½	1 — 2½	1½
100	2	2	1½	2	2½	1 — 2½	1 — 2½	2½
150	2½	2½	2	2½	3	1 — 2½	1 — 2½	2½
200	3	3	2	2½	3	1 — 2½	1 — 2½	2½
250	3½	3	2	2½	3½	1 — 2½	1 — 2½	3
300	4	4	2½	3½	3½	1 — 2½	1 — 2½	3
400	4	4	3	5	4	2 — 2½	1 — 5	4
450	5	5	3	5	4	2 — 2½	1 — 5	4
500	5	5	3	5	5	2 — 2½	1 — 5	4

Figura 11 – EXTRACTO DE NORMA – PUNTO 4 “REQUISITOS GENERALES” (NFPA 20, 2019)

CAPACIDAD DE AGUA CONTRA INCENDIO.

En base a los datos obtenidos de los gastos y presiones del sistema contra incendio del sistema de hidrantes y a lo indicado en capítulo **9.3 Minimum Supply for Class II Systems de NFPA 14** (NFPA14, 2007), se menciona que la demanda de agua deberá sostenerse durante 30 minutos. La cantidad de agua no deberá ser inferior a lo siguiente:

200.00 GPM x 30 Min. = 6,000 Galones

775.20 LPM x 30 Min. = 23,256 Litros

NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010 (Alarcón, 2010), en su sección V.1 sección d, inciso 4, nos indica

que el sistema contra incendio debe de tener por lo menos un almacenamiento mínimo de **20 m³**, es decir una cisterna con una capacidad de **20,000 litros**. La cisterna existente en la sucursal **tiene 2.00 m de ancho, por 6.00 m y 2.4 m de profundidad**, lo que nos arroja una capacidad de **28,800 litros (7,430 galones)**.

Esta capacidad de agua es insuficiente tanto para cumplir con lo indicado la **Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010** (Alarcón, 2010), así como con la **NFPA-14** (NFPA14, 2007), con la cisterna actual, solo se puede garantizar un tiempo de operación del sistema contra incendio de 24 minutos con dos mangueras usadas simultáneamente.

Consumo requerido por NFPA – 14 = 23,256 litros.

Consumo requerido por NOM-002 = 20,000 litros.

Capacidad de Cisterna Existente = 28,000 litros.

Para poder cumplir con los requerimientos de las normas de NFPA para el sistema contra incendio, por lo que la cisterna cumple con los litros necesarios para la bomba. Este cuarto de bombas de oficina matriz su cisterna esta compartida con otras dos cisternas que se encuentran en el estacionamiento con unas dimensiones de 16 m de ancho por 5 m de largo por 1.70 de profundidad por lo que nos arroja una capacidad de 136,000 lts. como recomendación es que se estuvieran monitoreando estas cisternas de respaldo para que el suministro de agua sea el correcto a la bomba.

EQUIPOS DE BOMBEO.

BOMBA DIESEL

BOMBA TURBINA VERTICAL MARCA COSIELSA MODELO 10CC-1C DE 4 PASOS @ 1760 RPM, PARA TRABAJAR UN GASTO DE 250 GPM @ 125 PSI, CON CUERPO DE TAZONES DE 4 PASOS, COLUMNA DE 4"X4"X10', CABEZAL DE DESCARGA 4X4X10, COLADOR CÓNICO, CABEZAL DE ENGRANES RELACIÓN 7:4, ACOPLAMIENTO BOMBA-MOTOR POR MEDIO FLECHA A MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA DIESEL MARCA PERKINS MODELO 403D-15 DE 33.7 H.P. @ 3000 RPM. , SILENCIADOR ESTÁNDAR, CONECTOR FLEXIBLE, BATERÍAS CON CABLES, SILENCIADOR, BATERÍAS Y TANQUE DE COMBUSTIBLE 250 LTS, ACCESORIOS MANÓMETRO DE DESCARGA, VÁLVULA ELIMINADORA DE AIRE.

Gasto $q = 250$ gpm
PRESIÓN $P = 125$ PSI
VELOCIDAD = 3000 RPM
DESCARGA = 4" 150# R.F.

SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

Formado por un tanque de almacenamiento de Diésel del tamaño adecuado para que como mínimo contenga el equivalente para poder funcionar hasta más de 2 horas continuas o hasta que se termine el agua de almacenamiento (para este equipo el tanque Diésel es de 250 litros), este cuenta con tubería de llenado y venteo, soporte, indicador de nivel, arrestado de flama, 2 conexiones flexibles (suministro y retorno) y válvulas de globo.

BATERÍAS.

El doble banco de baterías consiste en 1 batería de 24 volts. Las baterías son actuadas con ácido con una carga mínima de 430 min de capacidad, 1400 cca. Se suministrarán secas con el electrolito liquido por separado, se deberán incluir bases y juegos de cables. Deben de ser capaces de arrancar el motor durante un mínimo de 90 horas después de un fallo de alimentación.

BOMBA ELÉCTRICA

BOMBA TURBINA VERTICAL MARCA COSIELSA MODELO 7WL-1C DE 3PASOS @ 3550 RPM, PARA TRABAJAR UN GASTO DE 250 GPM @ 125 PSI, CON CUERPO DE TAZONES DE 3 PASOS, COLUMNA DE 4"X4"X10', CABEZAL DE DESCARGA 4X4X10, COLADOR CÓNICO, ACOPLADA A UN MOTOR ELÉCTRICO (FACTORYCHOICE) DE 30H.P. @ 3000 R.P.M., CON ARRANQUE A TENSIÓN PLENA, VÁLVULA AUTOMÁTICA ELIMINADORA DE AIRE Y MANÓMETRO DE DESCARGA.;

GASTO $Q = 250$ GPM
PRESIÓN $P = 125$ PSI
VELOCIDAD = 3000 RPM
DESCARGA = 4" 150# R.F.

BOMBA JOCKEY

BOMBA JOCKEY SUMERGIBLE MARCA COSIELSA-PEDROLLO MODELO 4SR13G ACOPLADA A MOTOR DE 2 H.P. TABLERO DE CONTROL MARCA COSIELSA MODELO TCIMD-1 PARA EL ARRANQUE AUTOMÁTICO, INCLUYE ACCESORIOS ESTÁNDAR;

La función de la Bomba Jockey es la de reponer los gastos y presiones menores requeridas en las tuberías de la red contra incendio, opera por baja presión en la red de hidrantes, cuenta con protecciones por bajo nivel en cisterna, protecciones eléctricas y electrónicas, censa por medio de interruptor de presión y electrodos de nivel para protección de bajo nivel.

Para realizar la operación automática de las bombas se requiere de la instalación de una línea de censado de presión (línea piloto), la cual se interconecta a la descarga de las bombas y al interruptor de presión provisto en cada tablero de control, se requiere de la instalación de una línea piloto independiente para cada bomba.

EQUIPO DE CONTROL

La operación del equipo de bombeo debe ser automática y/o manual. Para la operación se tendrá un controlador que hará funcionar el motor de cada bomba. Se requiere un controlador por presión de agua mediante un interruptor de presión con ajustes calibrados independientes, para alta y baja presión, para cada una de las bombas de sistema contra incendio.

El equipo de control automático/manual para el arranque y paro de los motores estará montado dentro de gabinetes metálicos NEMA 2 y 4 para servicio en interiores. Cada bomba estará controlada por un tablero independiente calibrado a ciertas presiones de arranque.

PARÁMETROS DE ARRANQUE Y PARO DE LAS BOMBAS CONTRA INCENDIOS.

PARÁMETROS	BOMBA JOCKEY	BOMBA ELÉCTRICA	BOMBA DIESEL
Presión de Arranque	115 psi	105 psi	95 psi
Presión de Paro	125 psi	150 psi	150 psi

Origen: Datos obtenidos de acuerdo a pruebas de funcionamiento de equipos instalados (Pruebas físicas)

PRUEBAS DE TALLER

Cada equipo de bombeo y tableros de control deberán ser operados por primera vez por el fabricante de acuerdo a las especificaciones requeridas por NFPA 20 (NFPA 20, 2019) y manejo de garantía del equipo.

El fabricante de las bombas proporcionara una curva de operación de cada una de las bombas contra incendio, indicando el comportamiento de las mismas durante las pruebas de taller.

Los tableros deberán revisarse totalmente y probarse por el fabricante antes de la entrega.

PRUEBAS DE OPERACIÓN

Después de la correcta instalación y puesta en marcha de cada uno de los equipos se hará la prueba final de recepción de los equipos contemplando el funcionamiento en automático y en manual, verificando cada uno de los componentes y luces piloto con los que cuenta cada uno de los tableros.

Se verificarán las presiones y gastos que deberán generar cada una de las bombas, tomando en cuenta los tres puntos que deberán cumplir cada una de las bombas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Al finalizar la instalación del sistema de bombeo, se añadieron nuevos equipos como válvulas de mariposa ver figura 12 y figura 14, para seccionar las instalaciones debido a que, si llegara a ocurrir algún inconveniente, podrían cerrar la válvula para evitar el paso de flujo al sistema de igual manera se logró de manera exitosa la colocación y las pruebas de rendimiento ver figura 13 y de flujo al sistema para poder proporcionar una calidad y función optima en el sistema.

Se instalaron válvulas mariposa tipo retención para la línea de succión del sistema debido a que las válvulas supervisadas no se encuentran adaptadas con la conexión bridada, ver figura 12.

Por último, una vez concluido la instalación ver figura 14, se procede a cementar el SKID junto con neopreno para evitar vibraciones en los equipos haciendo que estos se esparzan por el subsuelo que se sementara para evitar movimiento en conexiones.



Figura 12 Tomada en oficina matriz citibanamex [Fotografía]. (RAMIREZ, 2023)



Figura 13 Tomada en oficina matriz citibanamex [Fotografía]. (RAMIREZ, 2023)



Figura 14 Tomada en oficina matriz citibanamex [Fotografía]. (RAMIREZ, 2023)

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo y la instalación del proyecto se pusieron a prueba varias de las competencias esenciales de la ingeniería las cuales constan de capacidad de liderazgo en la cual fomenta tanto desarrollo personal como profesional ya que en el transcurso del proyecto la capacidad de mantener un control y manejo de personas ayuda no solo a mover personas sino a saber utilizar las aptitudes de cada uno para complementar un control eficaz y preciso para la facilidad y rapidez del término del proyecto , también se ejerció el pensamiento matemático, analítico y crítico para poder obtener un resultado rápido ante cualquier problema, así mismo se aplicó un desarrollo y demostración de las competencias estudiantiles probando el manejo de herramientas de diseño CAD como sistemas hidráulicos y sistemas eléctricos/electrónicos para el control y activación de los equipos.

Durante la implantación del proyecto nos encontramos con pocos inconvenientes debido a que, por parte de los Ingenieros civiles, realizaron cambios en cuanto al cuarto de bombeo, por lo que nos vimos en la necesidad de cambiar en cuanto al sistema de bombeo la trayectoria de la tubería del loop principal.

Con el resultado obtenido podemos decir que se logró el objetivo cumpliendo con las expectativas del cliente por parte de BANAMEX y SODEXO logrando instalara los equipos de bombeo de protección contra incendios.

OBJETIVOS EDUCACIONALES

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería aplicando los principios de las ciencias básicas e ingeniería.
 2. Aplicar, analizar y sintetizar procesos de diseño de ingeniería que resulten en proyectos que cumplan las necesidades especificadas.
 3. Desarrollar y conducir una experimentación adecuada; analizar e interpretar datos y utilizar el juicio ingenieril para establecer conclusiones.
 4. Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias.
 5. Reconocer sus responsabilidades éticas y profesionales en situaciones relevantes para la ingeniería y realizar juicios informados, que consideren el impacto de las soluciones de ingeniería en los contextos global, económico, ambiental y social.
 6. Reconocer la necesidad permanente de conocimiento adicional y tener la habilidad para localizar, evaluar, integrar y aplicar este conocimiento adecuadamente.
 7. Trabajar efectivamente en equipos que establecen metas, planean tareas, cumplen fechas límite y analizan riesgos e incertidumbre.
-

REFERENCIAS

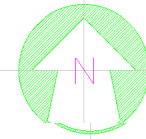
- Alarcón, L. (30 de NOVIEMBRE de 2010). *NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-002-STPS-2010, CONDICIONES DE SEGURIDAD - PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EN LOS CENTROS DE TRABAJO*. Obtenido de <https://dof.gob.mx/normasOficiales/4228/stps/stps.htm>
- Andritz. (2016). *Bomba multietapa de carcasa partida axialmente*. Obtenido de <https://www.andritz.com/resource/blob/34094/681c1d7396e005ba6d8bf3e74c917cb7/hy-axially-split-multi-stage-pump-aspm-es-data.pdf>
- Canala-Echevarría, J. (2005). *BIBDIGITAL*. Obtenido de Certificación de materiales técnicos.
- Carpio, M. J. (2017). *REPRODUCCIÓN EN FDS DE UN INCENDIO REAL DE APARCAMIENTO*.
- González, C. M. (2019). *Sistemas de prevención y protección contra incendios en instalaciones, centros y edificaciones*. MADRID.
- Grau, V. P. (2016). *Introducción a la Ingeniería Forense*. Valencia: Albatros Ediciones.
- Martín-Gómez, C. y.-H. (2014). *LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS Y LA ARQUITECTURA*. Obtenido de DADUN: <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/36811/1/2013Tect%c3%b3nicaIncendios.pdf>
- Miranda Barrera, R. P. (Octubre de 2004). *BIBDIGITAL*. Obtenido de Diseño de un sistema contra incendios en una planta de captación de gas: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/11832/1/T10815.pdf>
- NFPA 20. (2019). *Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection*. Edit 2019.
- NFPA13. (2019). *NORMA PARA LA INSTALACION DE ROCIADORES, SISTEMAS HUMEDOS Y SECOS*.
- NFPA14. (17 de Agosto de 2007). *Norma para la Instalación de Sistemas de Tubería Vertical y de Mangueras Edición 2007*. Obtenido de National Fire Protection Association 14: https://docs.google.com/file/d/0B_2D2pMlla5GS24tSVFLb043dDQ/edit?pli=1&resourcekey=0-abyK8JU7gDcyQPIVY7w0PA
- O'Connor, B. (18 de JAN de 2022). *Commodity Classifications in NFPA 13*. Obtenido de NFPA 13: <https://www.nfpa.org/news-blogs-and-articles/blogs/2022/01/18/commodity-classifications-in-nfpa-13?l=195>
- RAMIREZ, R. (2023). *BOMBA OFICINA MATRIZ*. En *PROYECTO E INGENIERIA OFICINA MATRIZ CITIBANAMEX*.
- Rodriguez, J. A. (2008). *INSTALACIONES DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS*. ESPAÑA.
- SONI FIRE. (17 de MAYO de 2023). *CALCULOS HIDRAULICO OFICINA CENTRAL MATRIZ*. CDMX.
- WARSON. (2018). *INGENIERIAS*. Obtenido de https://www.warson.com/warson/manuales/CAPITULO_VI_Ingenieria.pdf
-

Ybirma, L. (16 de mayo de 2017). *BOMBAS CONTRA INCENDIOS - TIPOS Y CARACTERISTICAS*.
Obtenido de CONTRA INCENDIOS: <https://www.contraincendio.com.ve/bombas-contra-incendio/#:~:text=Las%20bombas%20utilizadas%20en%20sistemas%20de%20extinci%C3%B3n%20de,L%C3%8DNEA%20...%204%204.%20BOMBA%20VERTICAL%20TIPO%20E2%80%9CTURBINA%E2%80%9D>

ANEXO

Por último, se adjuntan los cálculos y plano del proyecto tomando en cuenta los objetivos logrados en el desarrollo del proyecto de ingeniería para cuarto de Bombas contra incendios

PCI-CITY-MATRIZ-01



SIMBOLOGIA

- TUBERIA ACERO AL CARBON EXISTENTE
- TUBERIA ACERO AL CARBON CED-10 SIN COSTURA A53/A106-B MCA. TAMAÑO PARA DIAMETROS DE 1/2", 3/4", 1", 1 1/4", 1 1/2", 2", 2 1/2", 3", 4", 6", 8", 10", 12", 14", 16", 18", 20", 24", 30", 36", 42", 48", 60", 72", 84", 96", 108", 120", 144", 168", 192", 216", 240", 264", 288", 312", 336", 360", 384", 408", 432", 456", 480", 504", 528", 552", 576", 600", 624", 648", 672", 696", 720", 744", 768", 792", 816", 840", 864", 888", 912", 936", 960", 984", 1008", 1032", 1056", 1080", 1104", 1128", 1152", 1176", 1200", 1224", 1248", 1272", 1296", 1320", 1344", 1368", 1392", 1416", 1440", 1464", 1488", 1512", 1536", 1560", 1584", 1608", 1632", 1656", 1680", 1704", 1728", 1752", 1776", 1800", 1824", 1848", 1872", 1896", 1920", 1944", 1968", 1992", 2016", 2040", 2064", 2088", 2112", 2136", 2160", 2184", 2208", 2232", 2256", 2280", 2304", 2328", 2352", 2376", 2400", 2424", 2448", 2472", 2496", 2520", 2544", 2568", 2592", 2616", 2640", 2664", 2688", 2712", 2736", 2760", 2784", 2808", 2832", 2856", 2880", 2904", 2928", 2952", 2976", 3000", 3024", 3048", 3072", 3096", 3120", 3144", 3168", 3192", 3216", 3240", 3264", 3288", 3312, 3336, 3360, 3384, 3408, 3432, 3456, 3480, 3504, 3528, 3552, 3576, 3600, 3624, 3648, 3672, 3696, 3720, 3744, 3768, 3792, 3816, 3840, 3864, 3888, 3912, 3936, 3960, 3984, 4008, 4032, 4056, 4080, 4104, 4128, 4152, 4176, 4200, 4224, 4248, 4272, 4296, 4320, 4344, 4368, 4392, 4416, 4440, 4464, 4488, 4512, 4536, 4560, 4584, 4608, 4632, 4656, 4680, 4704, 4728, 4752, 4776, 4800, 4824, 4848, 4872, 4896, 4920, 4944, 4968, 4992, 5016, 5040, 5064, 5088, 5112, 5136, 5160, 5184, 5208, 5232, 5256, 5280, 5304, 5328, 5352, 5376, 5400, 5424, 5448, 5472, 5496, 5520, 5544, 5568, 5592, 5616, 5640, 5664, 5688, 5712, 5736, 5760, 5784, 5808, 5832, 5856, 5880, 5904, 5928, 5952, 5976, 6000, 6024, 6048, 6072, 6096, 6120, 6144, 6168, 6192, 6216, 6240, 6264, 6288, 6312, 6336, 6360, 6384, 6408, 6432, 6456, 6480, 6504, 6528, 6552, 6576, 6600, 6624, 6648, 6672, 6696, 6720, 6744, 6768, 6792, 6816, 6840, 6864, 6888, 6912, 6936, 6960, 6984, 7008, 7032, 7056, 7080, 7104, 7128, 7152, 7176, 7200, 7224, 7248, 7272, 7296, 7320, 7344, 7368, 7392, 7416, 7440, 7464, 7488, 7512, 7536, 7560, 7584, 7608, 7632, 7656, 7680, 7704, 7728, 7752, 7776, 7800, 7824, 7848, 7872, 7896, 7920, 7944, 7968, 7992, 8016, 8040, 8064, 8088, 8112, 8136, 8160, 8184, 8208, 8232, 8256, 8280, 8304, 8328, 8352, 8376, 8400, 8424, 8448, 8472, 8496, 8520, 8544, 8568, 8592, 8616, 8640, 8664, 8688, 8712, 8736, 8760, 8784, 8808, 8832, 8856, 8880, 8904, 8928, 8952, 8976, 9000, 9024, 9048, 9072, 9096, 9120, 9144, 9168, 9192, 9216, 9240, 9264, 9288, 9312, 9336, 9360, 9384, 9408, 9432, 9456, 9480, 9504, 9528, 9552, 9576, 9600, 9624, 9648, 9672, 9696, 9720, 9744, 9768, 9792, 9816, 9840, 9864, 9888, 9912, 9936, 9960, 9984, 10000
- MEDIDOR DE FLUJO DE 3" RANURADO (VENTURI)
- CODO 90° RANURADO DE 4", 3" APROBADO UL/FM
- VALVULA DE MARIPOSA DE 3" O SIMILAR PARA SECCIONAR
- TEE RECTA RANURADA DE 4" Y 3" APROBADA UL/FM
- COPLÉE RIGIDO RANURADO DE 4" Y 3" APROBADA UL/FM
- VALVULA DE BOLA DE 1 1/4" PARA DREN O SECCIONAMIENTO

NOTAS

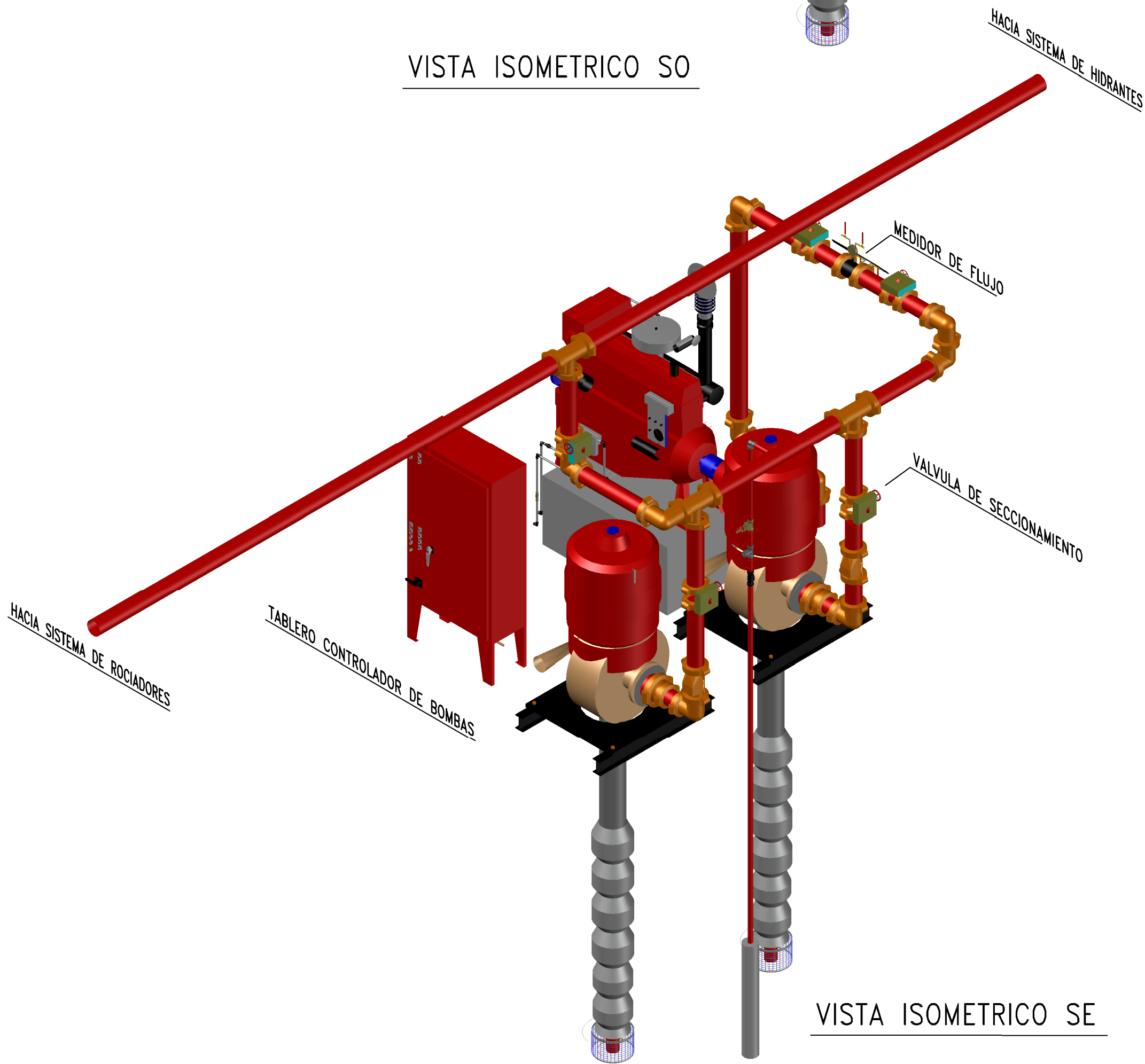
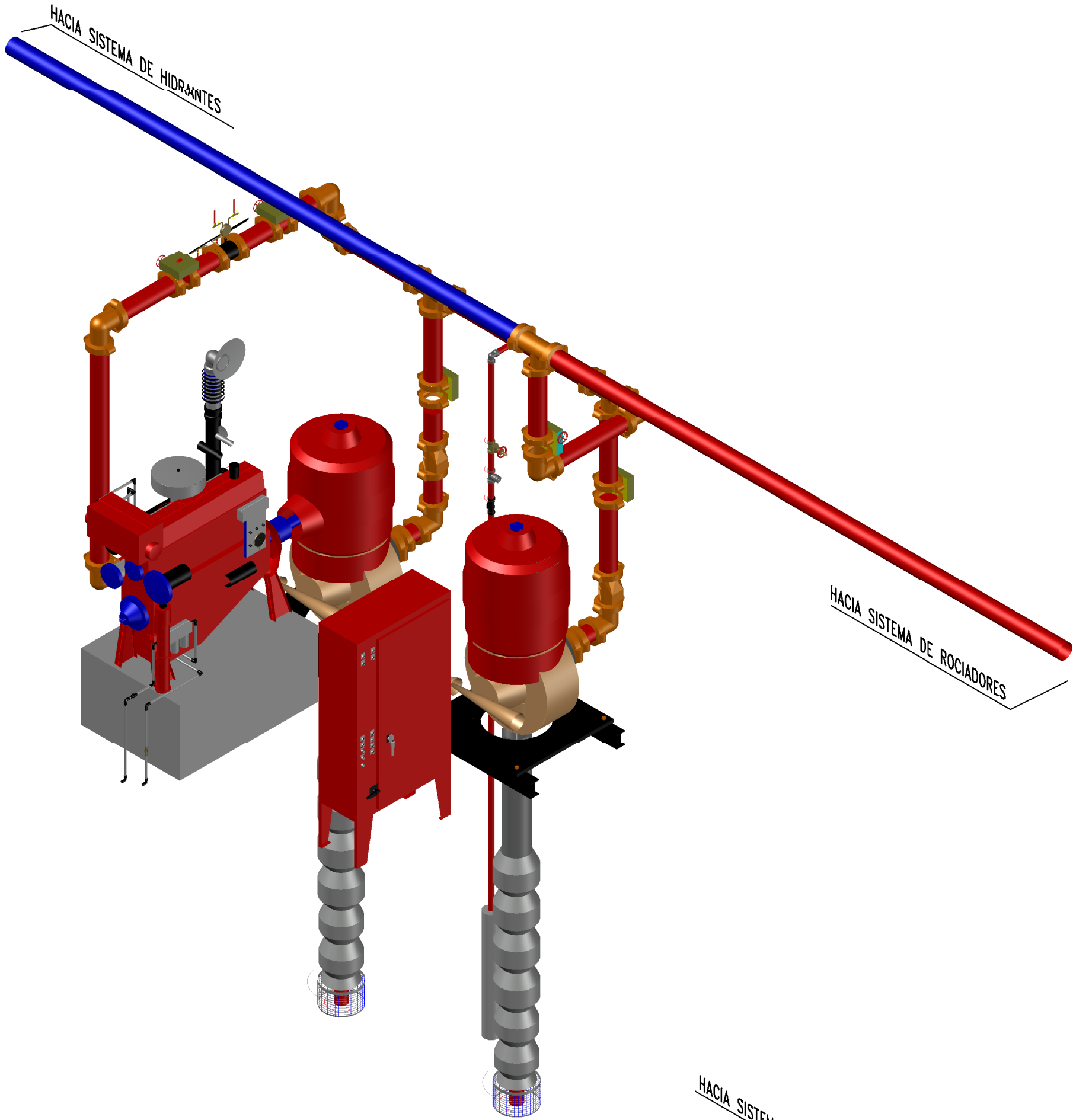
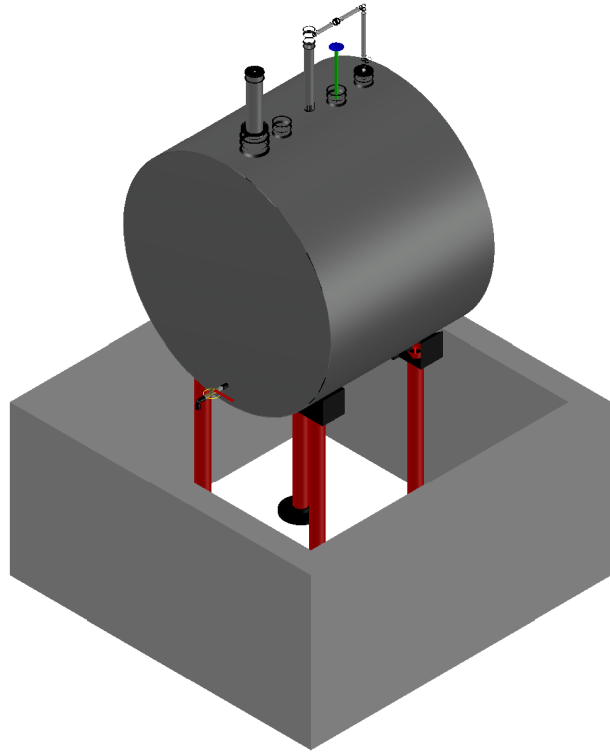
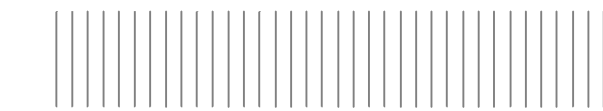
- 1.- LAS ACOTACIONES PREVALECE SOBRE LA ESCALA.
- 2.- TODA LA TUBERIA DEBERA SER SOPORTADA DE ACUERDO A LA NORMA INDICADA POR N.F.P.A. Y NOM MEXICANA
- 3.- TODOS LOS MATERIALES Y EQUIPOS DEBERAN SER INSTALADOS DE MANERA CORRECTA Y LIMPIA. LA INSTALACION DE CUALQUIER MATERIAL Y EQUIPO SE EJECUTARA DE ACUERDO A LAS NORMAS INDICADAS POR N.F.P.A. Y NOM MEXICANA
- 4.- TODOS LOS CAMBIOS DE DIRECCION DE LA TUBERIA DEBERAN HACERSE CON CONEXIONES DE FABRICA Y EN NINGUN CASO HECHIZAS.
- 5.- LA TUBERIA CONTRA INCENDIO Y SUS ACCESORIOS DEBERAN PINTARSE DE ACUERDO A LO ESTABLECIDO EN EL CODIGO DE COLORES DE N.F.P.A. Y NOM MEXICANA
- 6.- LAS TRAYECTORIAS DE TUBERIAS PUEDEN SER MODIFICADAS EN CAMPO SI ASI LO REQUIEREN, SIEMPRE QUE SE RESPETEN LOS LINEAMIENTOS APLICABLES DE N.F.P.A. Y NOM MEXICANA
- 7.- EL CONTRATISTA QUE EJECUTE FABRICACION E INSTALACION DEBERA REVISAR EN CAMPO LAS CONDICIONES DEL AREA PREVIA INSTALACION Y DE SER NECESARIO REALIZAR LOS AJUSTES QUE SE REQUIERAN, SIEMPRE EJECUTANDO EN BASE A LAS RECOMENDACIONES DE N.F.P.A. Y NOM MEXICANA



VISTA EN PLANTA

VISTA ISOMETRICO SO

VISTA ISOMETRICO SE



AS BUILD

RESPONSABLES		FIRMAS					REVISIONES										CIVIL ELECTRICO INSTRUM. MECANICO PROCESO TUBERIAS										NUM. DIBUJOS DE REFERENCIA									
DIBUJO:		R.RAMIREZ					DESCRIPCION										FECHA POR Vo. Bo. CLIENTE																			
DISEÑO:		R.RAMIREZ																																		
REVISO:		L.MERCHAN																																		
APROBO:																																				
AUTORIZO:																																				
No. PLANO:		PCI-CITY-MATRIZ-01					REV.																													



APROBACIONES DEL CLIENTE		DRAWN BY - NAME - DATE		PROPERTY OF CITYBANAMEX- IMPORTANT - THIS				DRAWING PRINT IS LOANED FOR MUTUAL ASSISTANCE AND SUCH IS SUBJECT TO RECALL AT			
		R.R.R. 11/05/2023		ANY TIME INFORMATION CONTAINED HEREON IS NOT				TO BE DISCLOSED OR REPRODUCED IN ANY FORM FOR THE BENEFIT OF PARTIES OTHER THAN			
		CHECKED BY - NAME - DATE		LEVEL		TECH		CUARTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO			
		G.C.Z. 11/05/2023		LINE No.		PRESENTATION					
		MATERIAL		EQUIP. No.		PLANT		VISTA EN PLANTA E ISOMETRICO			
				DWG. LIST		PROD. AREA		CUARTO DE BOMBAS OF MATRIZ AS BUILD			
		SCALE		SUB ASSY No.		DESCRIPTOR		SUPPERSEDES			
		S/E		QUANTITY		BLOG. No.		GRUPO FINANCIERO BANAMEX S.A. DE C.V.			



Hydraulic Overview

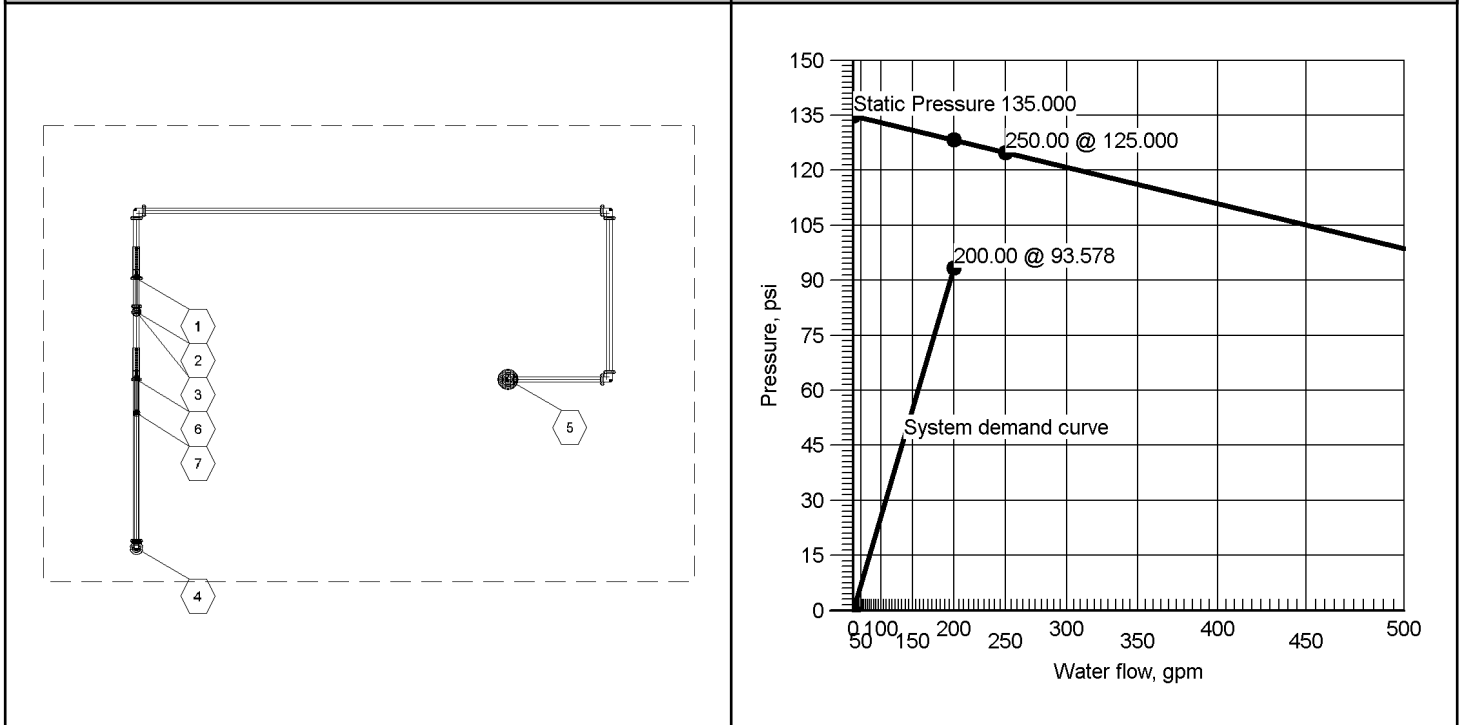
Job Number: 55
Report Description: Ordinary Group II

Job		
Job Number 55	Design Engineer CITYBANAMEX	
Job Name: PCI-HID-MATRIZ	Phone	FAX
Address 1 OFICINA CENTRAL MATRIZ	State Certification/License Number	
Address 2 CITY BANAMEX	AHJ	
Address 3	Job Site/Building	

System	
Density 0.000gpm/ft ²	Area of Application 0.00ft ² (Actual 699.74ft ²)
Most Demanding Sprinkler Data K-Factor at	Hose Streams 0.00
Coverage Per Sprinkler 0.00ft ²	Number Of Sprinklers Calculated 0
System Pressure Demand 93.578	System Flow Demand 200.00
Total Demand 200.00 @ 93.578	Pressure Result +34.804 (27.1%)

Supplies						Check Point Gauges			
<u>Node</u>	<u>Name</u>	<u>Flow(gpm)</u>	<u>Hose Flow(gpm)</u>	<u>Static(psi)</u>	<u>Residual(psi)</u>	<u>Identifier</u>	<u>Pressure(psi)</u>	<u>K-Factor(K)</u>	<u>Flow(gpm)</u>
5	Water Supply	250.00		135.000	125.000				

PCI-HID-MATRIZ Water Supply at Node 5 (250.00, 0.00, 135.000, 125.000)





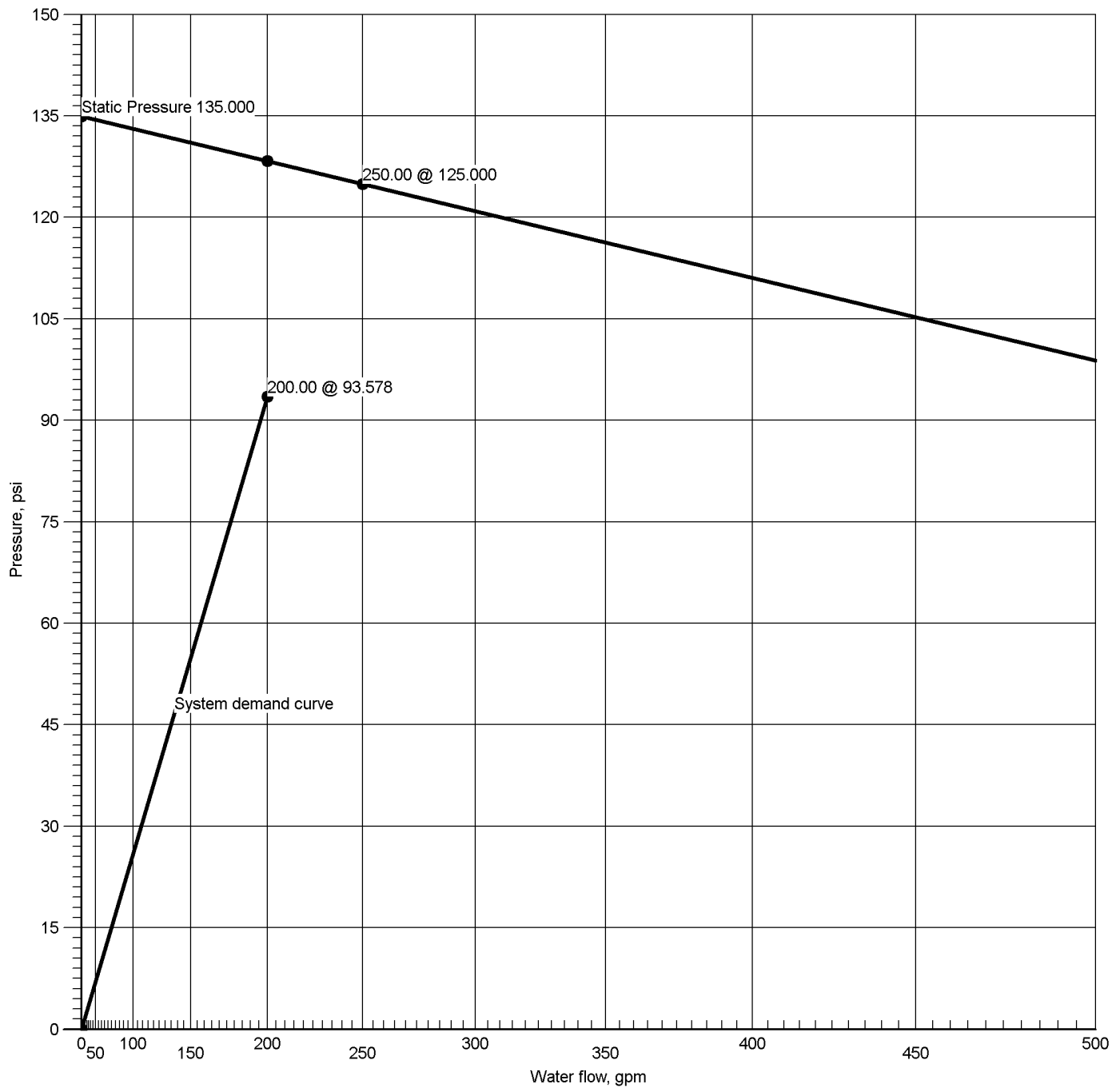
Hydraulic Summary

Job Number: 55
Report Description: Ordinary Group II

Job																
Job Number 55				Design Engineer CITYBANAMEX												
Job Name: PCI-HID-MATRIZ				State Certification/License Number												
Address 1 OFICINA CENTRAL MATRIZ				AHJ												
Address 2 CITY BANAMEX				Job Site/Building												
Address 3				Drawing Name PCI-HID-MATRIZ												
System				Remote Area(s)												
Most Demanding Sprinkler Data K-Factor at				Occupancy Ordinary Group II				Job Suffix								
Hose Allowance At Source 0.00				Density 0.000gpm/ft ²				Area of Application 0.00ft ² (Actual 699.74ft ²)								
Additional Hose Supplies				Number Of Sprinklers Calculated 0				Coverage Per Sprinkler 0.00ft ²								
<table><thead><tr><th>Node</th><th>Flow(gpm)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Hose At Node 1</td><td>100.00</td></tr><tr><td>Hose At Node 6</td><td>100.00</td></tr></tbody></table>				Node	Flow(gpm)	Hose At Node 1	100.00	Hose At Node 6	100.00	AutoPeak Results: Pressure For Remote Area(s) Adjacent To Most Remote Area						
Node	Flow(gpm)															
Hose At Node 1	100.00															
Hose At Node 6	100.00															
Total Hose Streams 200.00																
System Flow Demand 200.00		Total Water Required (Including Hose Allowance) 200.00														
Maximum Pressure Unbalance In Loops 0.000																
Maximum Velocity Above Ground 15.76 between nodes 2 and 1																
Maximum Velocity Under Ground																
Volume capacity of Wet Pipes 55.00gal		Volume capacity of Dry Pipes														
Supplies																
Node	Name	Hose Flow (gpm)	Static (psi)	Residual (psi)	@	Flow (gpm)	Available (psi)	@	Total Demand (gpm)	Required (psi)	Safety Margin (psi)					
5	Water Supply		135.000	125.000		250.00	128.382		200.00	93.578	34.804					
Contractor																
Contractor Number 22		Contact Name Gustavo Caballero					Contact Title									
Name of Contractor: SONI FIRE ALARMS SYSTEM S.A. DE C.V.		Phone 5614200298					Extension									
Address 1 hacienda de las rosas #297 A, real hacienda de tultepec, tultepec estado de mexico (		FAX														
Address 2		E-mail g_caballero@sonifire.com.mx														
Address 3		Web-Site														



Water Supply at Node 5



Hydraulic Graph

Water Supply at Node 5

Static: Pressure
135.000

Residual: Pressure
125.000 @ 250.00

Available Pressure at Time of Test
128.382 @ 200.00

System Demand
93.578 @ 200.00

System Demand (Including Hose Allowance at Source)
93.578 @ 200.00



Summary Of Outflowing Devices

Job Number: 55

Report Description: Ordinary Group II

Device		Actual Flow (gpm)	Minimum Flow (gpm)	K-Factor (K)	Pressure (psi)		
Hose	1	100.00	100.00	12.4	65.036		
Hose	6	100.00	100.00	12.4	65.459		

⇒ Most Demanding Sprinkler Data



Node Analysis

Job Number: 55

Report Description: Ordinary Group II

Node	Elevation(Millimeter)	Fittings	Pressure(psi)	Discharge(gpm)	
1	13500mm	Hose(-65.036)	65.036	100.00	
5	-1300mm	S	93.578	200.00	
6	10000mm	Hose(-65.036)	65.459	100.00	
2	13500mm	LtE(609½mm)	66.191		
3	15000mm	mecT(3751mm)	65.373		
4	11500mm	mecT(3751mm)	70.655		
7	11500mm	mecT(2438½mm)	69.214		



Hydraulic Analysis

Job Number: 55
Report Description: Ordinary Group II

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
Route 1							
BL	1.6100	100.00	15.76	120	0.001041	500mm	Pf 1.155
1	13500mm	100.00		65.036	Hose(-65.036)	609½mm	Pe -2.134
2	13500mm			66.191	LtE(609½mm)	1109½mm	Pv
BL	2.1570	100.00	8.78	120	0.000250	1500mm	Pf 1.315
2	13500mm			66.191		3751mm	Pe -2.134
3	15000mm			65.373	mecT(3751mm)	5251mm	Pv
CM	3.2600	100.00	3.84	120	0.000034	7000mm	Pf 0.303
3	15000mm			65.373		2048½mm	Pe 4.978
4	11500mm			70.655	LtE(2048½mm)	9048½mm	Pv
CM	3.2600	200.00	7.69	120	0.000121	28800mm	Pf 4.717
4	11500mm	100.00		70.655	Flow (q) from Route 2	10241mm	Pe 18.206
5	-1300mm			93.578	5LtE(2048½mm), S	39041mm	Pv
		0.00			Hose Allowance At Source		
5		200.00					
Route 2							
BL	1.6100	100.00	15.76	120	0.001041	2000mm	Pf 5.889
6	10000mm	100.00		65.459	Hose(-65.036)	3657½mm	Pe -2.134
7	11500mm			69.214	E(1219½mm), mecT(2438½mm)	5657½mm	Pv
BL	2.1570	100.00	8.78	120	0.000250	2000mm	Pf 1.441
7	11500mm			69.214		3751mm	Pe 0.000
4	11500mm			70.655	mecT(3751mm)	5751mm	Pv

Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings (C=120 only)

C Value Multiplier

$$\left(\frac{\text{Actual Inside Diameter}}{\text{Schedule 40 Steel Pipe Inside Diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$$

Value Of C	100	130	140	150
Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33	1.51



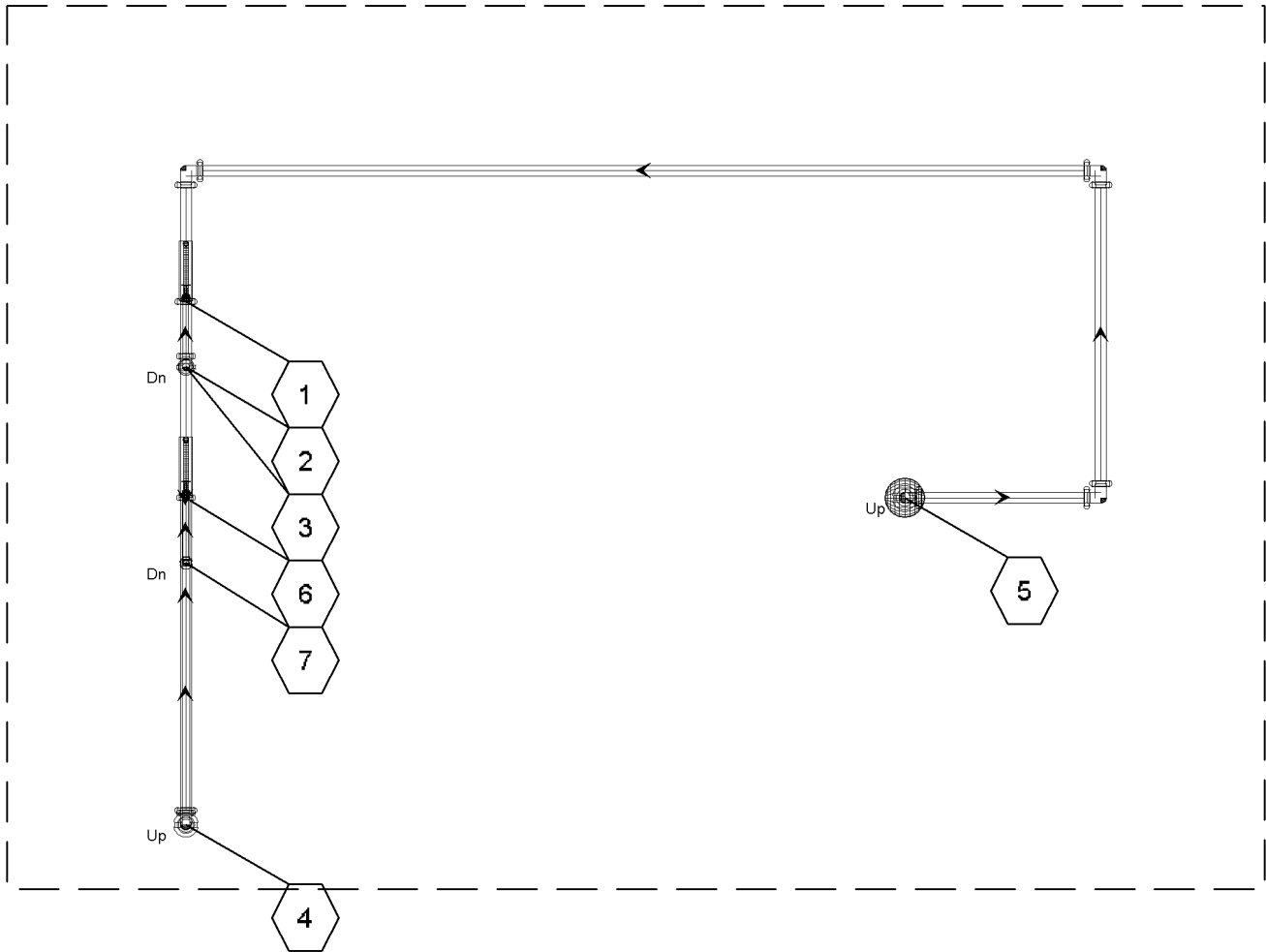
Hydraulic Analysis

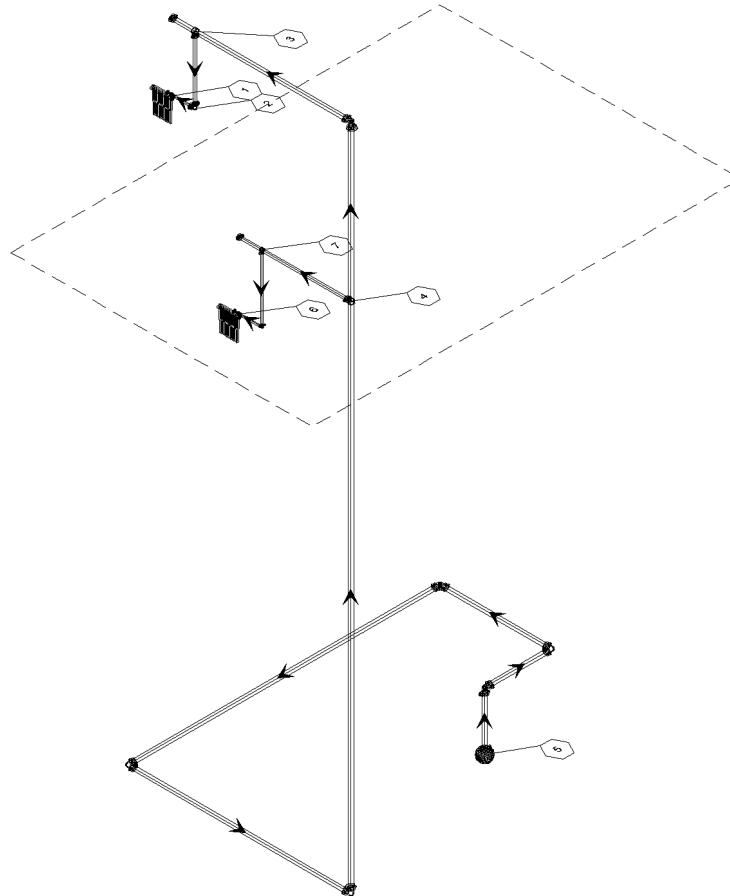
Job Number: 55

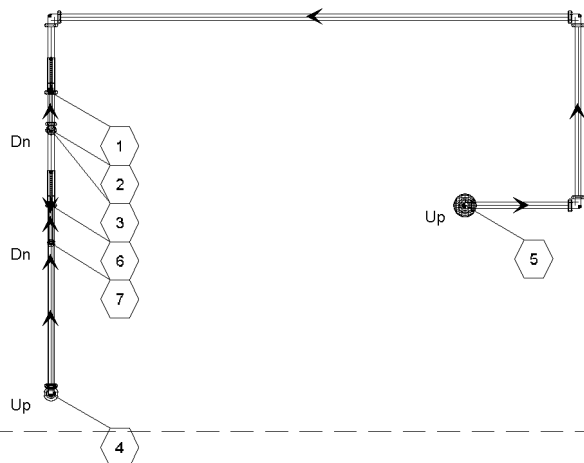
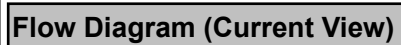
Report Description: Ordinary Group II

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss		Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Fittings	Eq. Length	Summary
Upstream							Total Length	

Pipe Type Legend	Units Legend	Fittings Legend
AO Arm-Over BL Branch Line CM Cross Main DN Drain DR Drop DY Dynamic FM Feed Main FR Feed Riser MS Miscellaneous OR Outrigger RN Riser Nipple SP Sprig ST Stand Pipe UG Underground	Diameter Inch Elevation Millimeter Flow gpm Discharge gpm Velocity fps Pressure psi Length Millimeter Friction Loss psi/Millimeter HWC Hazen-Williams Constant Pt Total pressure at a point in a pipe Pn Normal pressure at a point in a pipe Pf Pressure loss due to friction between points Pe Pressure due to elevation difference between indicated points Pv Velocity pressure at a point in a pipe	ALV Alarm Valve AngV Angle Valve b Bushing BalV Ball Valve BFP Backflow Preventer BV Butterfly Valve C Cross Flow Turn 90° cplg Coupling Cr Cross Run CV Check Valve DelV Deluge Valve DPV Dry Pipe Valve E 90° Elbow EE 45° Elbow Ee1 11¼° Elbow Ee2 22½° Elbow f Flow Device fd Flex Drop FDC Fire Department Connection fE 90° FireLock(TM) Elbow fEE 45° FireLock(TM) Elbow flg Flange FN Floating Node fT FireLock(TM) Tee g Gauge GloV Globe Valve GV Gate Valve Ho Hose Hose Hose HV Hose Valve Hyd Hydrant LtE Long Turn Elbow mecT Mechanical Tee Noz Nozzle P1 Pump In P2 Pump Out PIV Post Indicating Valve PO Pipe Outlet PRV Pressure Reducing Valve PrV Pressure Relief Valve red Reducer/Adapter S Supply sCV Swing Check Valve Spr Sprinkler St Strainer T Tee Flow Turn 90° Tr Tee Run U Union WirF Wirsbo WMV Water Meter Valve Z Cap









SONI FIRE ALARM SYSTEM SA DE CV

Ciudad de México a 27 de Julio del 2022.

A quien corresponda:

Reciba un cordial y respetuoso saludo.

A través de esta presente deseo hacer de su conocimiento que el trabajador Roberto Elvin Ramirez Rios, con número de RFC RARR990116MV7 y numero de CURP RARR990116HDMFSB04, quien se ha desempeñado como Administrativo en el área de proyectos y supervisión de Ingenierías, técnico y auxiliar de mantenimiento preventivo y correctivo a los cuartos de bombas contra incendio y sistemas de protección a base de rociadores , el cual labora con nosotros durante un periodo comprendido desde el día 25 de SEPTIEMBRE del 2020 al periodo actual, cumpliendo con éxito todas las responsabilidades estimadas.

Extendemos la presente a petición del interesado y para los fines que estime convenientes.

Atentamente

Sonia Castrejón Rios
Representante Legal





SONI FIRE ALARM SYSTEM SA DE CV

CARTA DE AUTORIZACION

Ciudad de Mexico a 15 de agosto del 2024

A QUIEN CORRESPONDA:

Reciba un cordial y respetuoso saludo.

De parte de la empresa **SONI FIRE ALARM SYSTEM SA DE CV** autoriza que la información contenida en el informe de la ingeniería De detalle para la instalación del sistema de bombeo de protección contra incendio para **GRUPO FINANCIERO BANAMEX SA DE CV** Matriz, correspondiente al proceso de titulación del trabajador Roberto Elvin Ramirez Rios se puede usar y aplicar con fines académicos para el Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco.

Atentamente

Gustavo Caballero Zúñiga.

Gerente de Proyectos y Supervisión

