



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA
INCENDIO MEDIANTE GABINETES CON MANGUERA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

P R E S E N T A :

ENRIQUE ZENÓN OLVERA

DIRECTOR DE TESIS: DR. EDUARDO MEDINA HERNÁNDEZ



CIUDAD UNIVERSITARIA

	Página
Contenido:	2
Resumen y descripción del trabajo	3
1.-Objetivo y alcance	4
2.-Aspectos relevantes sobre normatividad en sistemas contra incendios.	5
2.1 Sistemas de protección con gabinetes.	5
2.2 Suministro y distribución de agua a los gabinetes.	11
2.3 Determinación de la carga total de bombeo.	12
2.4 Equipos de bombeo.	14
2.5 Tuberías y accesorios para la succión y descarga de las bombas.	15
2.6 Almacenamiento de agua requerido por el sistema.	17
3. Metodología para el diseño de sistemas contra incendio con hidrantes.	18
4. Caso de estudio.	20
4.1 Descripción arquitectónica.	20
4.2 Datos del sistema.	22
4.3 Análisis de información.	23
4.4 Trazo de trayectorias de tuberías y elaboración de diagramas de cálculo.	24
4.5 Selección y cálculo de diámetros de tubería.	31
4.6 Cálculo de la capacidad de los equipos.	40
4.7 Resumen de resultados.	45
5. Análisis de resultados.	47
6. Conclusiones.	50
7. Nomenclatura.	53
8. Bibliografía.	54
9. Apéndices.	55
9.1 Tablas de Coeficientes de Hazen-Williams	55
9.2 Método de Hardy Cross	55
9.3 Lista de planos del proyecto	56

Resumen y descripción del trabajo.

Este trabajo de tesis sirve para conocer, seleccionar y diseñar, tomando como ejemplo el proyecto de instalaciones elaborado para un laboratorio farmacéutico, los componentes que forman parte de un sistema de protección contra incendio mediante gabinetes con manguera. No pretende ser una guía general para el diseño de este tipo de sistemas ya que solo se presentan en forma breve algunas de las normas que pueden ser utilizadas tomando como referencia las condiciones que predominan en el ejemplo analizado, y que forman parte de las consideraciones e interpretaciones personales en la ejecución de este tipo de proyectos. El producto final de este trabajo comprende la presentación de los planos ejecutivos que normalmente arroja el diseño y que son necesarios para la implementación del sistema.

En el capítulo 2 se describen en forma práctica y resumida las características principales con que debe contar este tipo de sistemas tomando como referencia las condiciones y limitantes que establece la normatividad vigente para su desarrollo.

En el capítulo 3 se establece la metodología a seguir en el diseño de este tipo sistemas.

En el capítulo 4 se desarrolla, a manera de ejemplo, un sistema implementado en un laboratorio farmacéutico, se describe y analizan las particularidades encontradas.

En el capítulo 5 se describen en forma breve las trayectorias finales de la instalación, la ubicación y el número de gabinetes utilizado para la protección del inmueble, de acuerdo al contenido de los planos. Se muestran, algunas diferencias encontradas con respecto al proyecto y sus deficiencias.

En el capítulo 6 se hace una reflexión sobre la normatividad vigente que se utiliza en el diseño de sistemas de protección contra incendio con gabinetes y se presentan algunas consideraciones a tomar en cuenta y las conclusiones del proyecto analizado.

Finalmente, los capítulos 7, 8, y 9 incluyen la nomenclatura, la bibliografía y los documentos complementarios, respectivamente.

1.- Objetivo y alcance

El objetivo principal del presente trabajo de tesis es diseñar un SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO MEDIANTE GABINETES CON MANGUERA, para lo cual, se emplearán los criterios de diseño establecidos en el reglamento de construcción del distrito federal, sus normas técnicas complementarias, el reglamento de la asociación mexicana de instituciones de seguros AMIS, y los contenidos en normas internacionales como lo son la NFPA 14 (National Fire Protection Association), relativo a sistemas de hidrantes con manguera, y NFPA 20 para bombas estacionarias contra incendio. Cabe mencionar que por lo extenso del contenido de las normas antes citadas solo se presentarán algunos artículos seleccionados convenientemente para el desarrollo del caso en estudio, que forman parte de los criterios de diseño personales empleados.

El desarrollo de este trabajo comprende la descripción técnica de las partes con las que cuenta el sistema, su cálculo, y la selección y dimensionamiento.

El proyecto discutido en este trabajo de tesis corresponde al sistema de protección contra incendios de un laboratorio farmacéutico; este sistema forma parte de un proyecto integral de instalaciones desarrollado en el 2008 e implementado en el 2009.

Este trabajo solamente contempla la elaboración de la parte técnica y no incluye los análisis económicos del proyecto.

2.-Aspectos relevantes sobre normatividad en sistemas contra incendios.

2.1 Componentes principales de los gabinetes de protección contra incendio.

Se denomina gabinete de protección contra incendio (PCI) al conjunto formado por el gabinete metálico, la válvula angular de seccionamiento, el manómetro (opcional), el porta manguera, la manguera con su chiflón, llaves de ajuste y un extintor. Pueden ser del tipo de empotrar en pared o de sobreponer para interiores y exteriores. La figura 1.1, muestra los tipos de gabinetes.

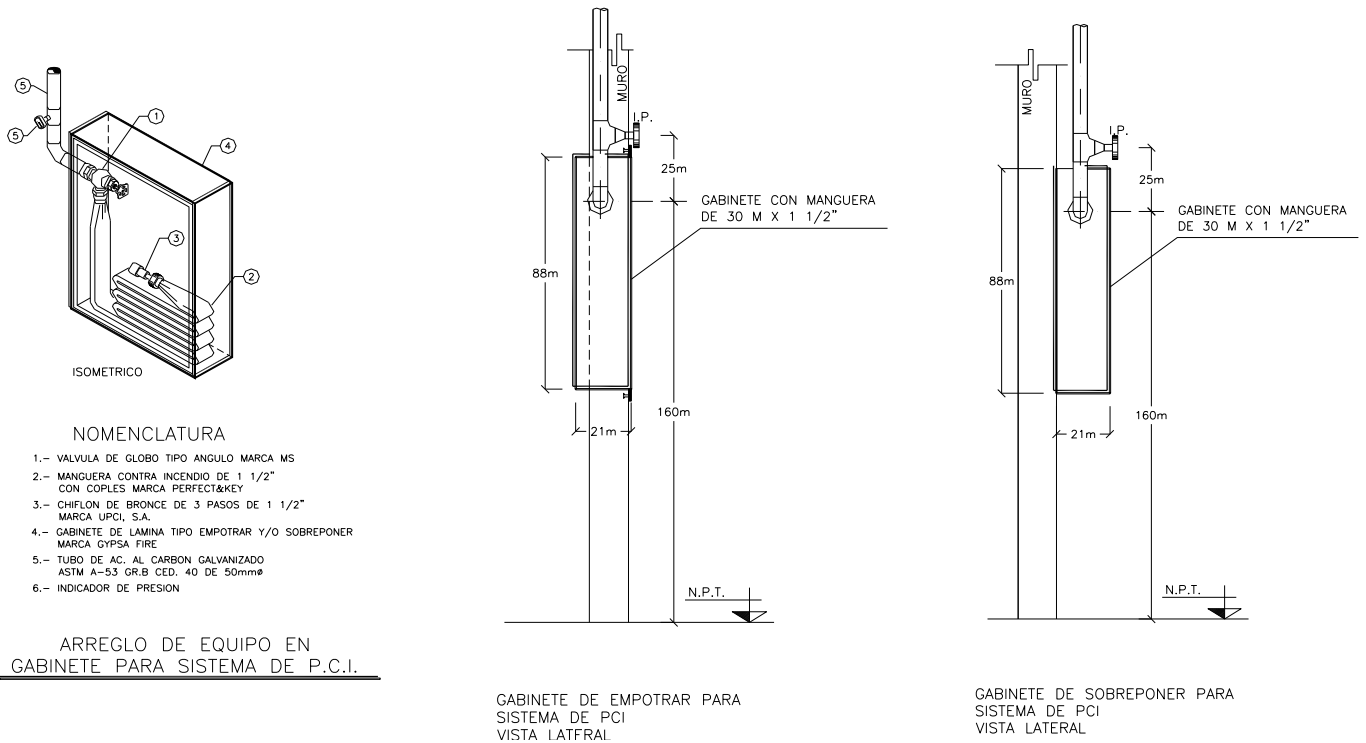


Figura 1.1. Tipos de Gabinetes

Los gabinetes son de tres tamaños: **chicos, medianos y grandes**, construidos en lámina galvanizada calibre #22 y en éstos, se deberá de tener una abertura circular en la parte de arriba del costado, en el lado izquierdo o en el lado derecho, para introducir el tubo de alimentación. Deberá tener un acabado con una mano de pintura anticorrosiva y el marco del gabinete debe pintarse de color rojo para facilitar su localización en casos de emergencia, además de contar con ventana de vidrio de 3 mm de espesor, chapa o resbalón. Estos pueden ser de 70x88x21 cm, 85x88x21 cm, y de otras medidas dependiendo de los accesorios contenidos en su interior, siendo normalmente los más utilizados en casi todas las instalaciones, los construidos con las medidas anteriores.

Los gabinetes chicos se usarán preferentemente en riesgos donde no se necesitan grandes volúmenes de agua para la extinción de incendios y en los que las personas que manejan las mangueras puedan ser mujeres y hombres no entrenados para manipularlas.

Para riesgos en los que se necesitan mayores cantidades de agua, se emplean gabinetes medianos, y en este caso, sólo los hombres podrán manipularlos, aunque no estén suficientemente bien entrenados.

Los gabinetes grandes se usarán en los riesgos de características diferentes a los anteriores, es decir, en aquellos en que se necesitan grandes cantidades de agua y solamente los hombres, debidamente entrenados y capacitados, son los encargados de manipular las mangueras.

Válvula angular de seccionamiento.

La válvula de seccionamiento será de globo, del tipo angular, construida de bronce, con asiento intercambiable de neopreno y probada como mínimo al doble de la presión de trabajo del sistema. Esta deberá ser colocada a una altura no mayor de 1.6 m, sobre el nivel de piso terminado con los siguientes diámetros de acuerdo al tamaño de gabinete:

Gabinetes chicos	50.8 mm (2")
Gabinetes medianos	50.8 mm (2")
Gabinetes grandes	63.3 mm (2.5")

Chiflón

Para incendios clase A (producto de la combustión de materiales sólidos orgánicos)

Con chiflón de chorro sólido que tenga en su punto de descarga un diámetro interior de:

Para gabinetes chicos	11.125 mm a 12.7 mm (7/16" – 1/2")
Para gabinetes medianos	14.275 mm a 17.5625 mm (9/16" – 11/16")
Para gabinetes grandes	25.4 mm a 28.65 mm (1" – 1 1/8")

Con chiflón tipo regadera ajustable de:

Para gabinetes chicos	38.1 mm (1 ½")
Para gabinetes medianos	50.8 mm (2")
Para gabinetes grandes	63.3 mm (2 ½")

Los chiflones de chorro son los adecuados para los lugares cuyos contenidos no se esparcen ni se dañan por la fuerza del agua, y los de regadera para usarse en sustancias a granel o fáciles de disgregarse o dañarse por la fuerza del agua.

Para incendios clase B (combustibles) o C (sistemas y equipos eléctricos), chiflón tipo neblina o atomizador:

Para gabinetes chicos	38.1 mm (1 ½")
Para gabinetes medianos	50.8 mm (2")
Para gabinetes grandes	63.3 mm (2 ½")

Manguera

La manguera debe ser de material 100% sintético con recubrimiento interior de neopreno a prueba de ácidos, álcalis, gasolina, hongos, etc. También deberá ser a prueba de torceduras y con expansión longitudinal y seccional mínima. Esta manguera debe plegarse sobre un soporte metálico dentro del gabinete. Las especificaciones mínimas de estas mangueras son las siguientes:

Clase de tejido	Tubular
Tipo de tejido	Sarga o lona
Material del tejido	Fibra continua, de poliéster
Material del tubo interior	Sintético de neopreno
Presión de trabajo	14 kg/cm ²
Presión de prueba	28 kg/cm ²
Presión de ruptura	50 kg/cm ²

Longitud y diámetro de mangueras

	Gab. Chicos	Gab. Medianos	Gab. Grandes
Diámetro	38.1 mm (1 ½")	50.8 mm (2")	63.3 mm (2 ½")
Longitud no mayor de	30 m	30 m	30 m

Soporte de la Manguera

Puede ser giratorio o de despliegue rápido, podrá ser uno tipo cuneta construido en lámina a fin de facilitar el tendido de la misma y la operación del hidrante por una sola persona, en caso de ser necesario.

Localización de los gabinetes

Los gabinetes podrán estar localizados en el interior o en el exterior de los edificios. La localización se debe hacer de tal manera que entre uno y otro cubran perfectamente la superficie del riesgo a proteger, para lo cual se deberán considerar trayectorias posibles, sobre planos a escala, de una manguera de 30 metros de longitud.

Los gabinetes exteriores dentro del predio del riesgo protegido deberán estar colocados a una distancia no menor de 5 metros de los paramentos exteriores de los edificios más próximos a los cuales protegen. Estos gabinetes serán a prueba de intemperie.

Los gabinetes interiores deben estar en lugares visibles y de fácil acceso, debiéndose tener, siempre, un hidrante cerca de las escaleras y de las puertas de salida del edificio.

Los gabinetes chicos y medianos deben de ser colocados de tal manera que el chiflón de su manguera pueda llegar hasta 6 m de cualquier punto del área que protege y descargar así su chorro en el incendio cuando se trate de un incendio clase "A", y hasta 3 m cuando el incendio sea de clase "B" o "C".

Los gabinetes grandes deberán ser colocados de tal manera, que el chiflón de su manguera pueda llegar hasta 10 m de cualquier punto del área que protege y descargar así su chorro en el incendio cuando se trate de un incendio de clase "A", y hasta 3 m cuando el incendio se de clase "B" o "C".

Cuando se cuente con gabinetes de piso se permitirán mangueras hasta de 45 m de longitud; pero estos gabinetes deberán conectarse a tuberías de cuando menos 4 pulgadas de diámetro.

En los riesgos sujetos a incendios clase "C" los chiflones deben mantenerse alejados de las corrientes eléctricas.

Colocación de las mangueras

Las mangueras deberán estar permanentemente acopladas a los gabinetes (una en cada gabinete), salvo las que correspondan a gabinetes colocados en la vía pública, que estarán colocadas en un sitio adecuado y próximo al hidrante, dentro del predio protegido.

Las mangueras que pertenezcan a gabinetes exteriores deberán estar acomodadas en casetas a prueba de intemperie, dotadas de un soporte para las mangueras y válvula.

Para las mangueras de gabinetes interiores será suficiente con que se encuentren acomodadas en un soporte. En ningún caso el soporte debe quedar a una altura mayor de 1.6 metros.

Las caseta pueden estar cerradas con llave por medio de una chapa que se abra por dentro sin necesidad de la llave, introduciendo una mano al romper el vidrio que protege al equipo

Toma siamesa.

Cuando por alguna causa llega a ser insuficiente el volumen de agua de reserva para protección contra incendio, o cuando el equipo de bombeo instalado en el interior del edificio quede imposibilitado para funcionar, es indispensable tener una conexión a través de la cual pueda bombear agua el cuerpo público de bomberos, y, por lo tanto, debe considerarse como una parte integrante del sistema de hidrantes, una toma siamesa del tipo aprobado por los reglamentos locales, colocada en un lugar fácilmente accesible y marcada en forma apropiada.

En las poblaciones que cuenten con servicio municipal de bomberos, incluyendo aquellas industrias que se encuentren localizadas hasta una distancia de 25 km, contados en carretera fuera de los límites de la Ciudad, todos los predios protegidos deberán tener en los linderos que den a la vía pública por lo menos una toma de agua siamesa de 64 mm de diámetro de 7.5 cuerdas por cada 25 mm, con válvulas de no retorno del mismo diámetro, cople movable y tapón hembra, y en su caso una a cada 90 m lineales de fachada colocadas a un metro de altura sobre el nivel de la banqueta; la figura 1.2, muestra detalles de las tomas.

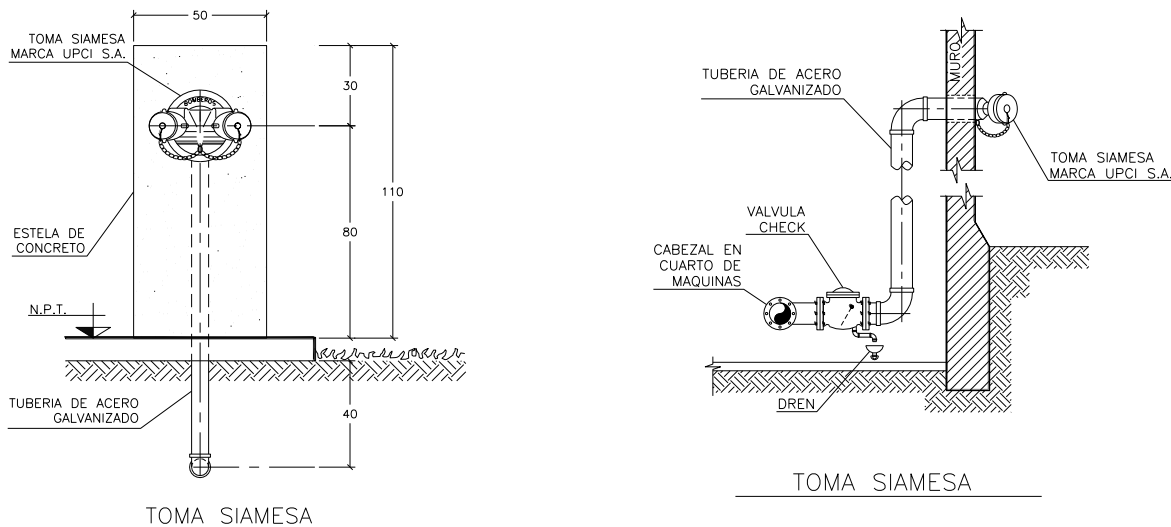


Figura 1.2. Tomas siamesas.

El carro del cuerpo de bomberos suministra, donde así se requiere, una presión máxima de 8.4 kg/cm². Cada carro en promedio cuenta con una reserva de 4000 lt, y cuentan con 3 distintos diámetros de salidas para manguera, 2 de 1 ½", 1 de 1" y 6 de 2 ½", las mangueras de estos vehículos forman tramos de 15 m excepto en la mangueras de 1" donde la longitud de la manguera alcanza los 50 m; cada carro cuenta en promedio con 10 tramos de manguera de 1 ½", 25 tramos de 2 ½" 1 tramo de 1". El agua utilizada no es potable por lo que se deberá pensar en ubicar válvulas de retención antes de cada bomba además de localizar en la red válvulas para purga o drenaje.

Materiales, conexiones y accesorios utilizados en el sistema

Las tuberías y conexiones que deberán utilizarse en las redes hidráulicas de protección contra incendio serán aquellas que cumplan con las normas de fabricación y dimensionamiento siguientes.

Material y dimensiones.	Estándar
Tubería Ferrosa (con o sin costura). Tubería con o sin costura de acero para usos ordinarios, Específicamente para tubo negro y con recubrimiento De zinc por inmersión en caliente. (galvanizada):	ANSI/ASTM/A120
Tubo de Acero con o sin costura.	ANSI/ASTM/A53
Tubo de Acero Forjado.	ANSI/B36.10
Específico para Tubo de Acero Soldado por resistencia eléctrica.	ASTM/A135
Tubo de Cobre (extruido, sin costura). Tubo sin Costura de Cobre.	ASTM/B75
Tubo sin Costura de Cobre para Agua.	ASTM/B88
Para usos generales de Tubo Soldado de Cobre sin Costura y de Aleación de Cobre.	ASTM/B251
Metal con Relleno de Soldadura – (clasificación BCUP-3 o BCUP-4).	AWS/A5.8
Metal Soldado, 95-5 (estaño antimonio grado 95TA).	ASTM/B32
* Indica que es adecuado para curvas, dobleces, etc., de acuerdo a los estándares de ASTM.	
Hierro Fundido. Conexiones de Hierro fundido roscadas clase 125 y 250	ANSI/B16.4
Conexiones Bridadas y Bridas de Hierro Fundido.	ANSI/B16.1
Hierro Maleable, conexiones roscadas clase 150 y 300	ANSI/B16.3
Acero. Conexiones de Acero Forjado en Fábrica soldadas a tope.	ANSI/B16.9
Externos Soldados a tope para tubo, válvulas bridadas y conexiones.	ANSI/B16.25
Conexiones de Acero al carbón forjado y aleaciones de Acero para temperaturas moderadas y altas.	ASTM/A234
Bridas y Conexiones bridadas de Acero.	ANSI/B16.5
Conexiones en Acero Forjado para soldadura, socket y roscadas.	ANSI/B16.11
Cobre. Conexiones Soldables para presión de Cobre y Bronce Forjado	ANSI/N16.22

Cuando se unan tuberías de acero con o sin costura por medio de soldadura o por conexiones ranuradas por rotación, el espesor mínimo de la pared será el correspondiente a cédula 40 para diámetro hasta de 4" (100 mm) y presión hasta 300 lb/pulg² (21.1kg/cm²), 0.134 de pulgada (3.40 mm) para 6" (152 mm), y 0.188 pulg. (4.78mm) para 8 y 10 pulg. (203 y 254 mm).

Cuando se una tubería de acero con conexiones roscadas o por ranuras de corte, el espesor mínimo de la pared será el correspondiente a cédula 30 para diámetros de 8" (203 mm y mayores) o cédula 40 en diámetros menores para presiones hasta de 300 lb/pulg² (21.1 kg/cm²).

La utilización de tuberías de PVC o Polietileno como tuberías de alimentación de los gabinetes, quedará condicionada a su instalación de forma tal que la acción del sol no deteriore sus características, razón por la cual se recomienda su uso sólo en tuberías enterradas y en los tramos visibles, hacer la transformación a tuberías metálicas.

Conexiones

En las tuberías de fierro galvanizado serán roscadas de hierro maleable.

En las tuberías de acero serán de acero soldable, sin costura, cédula 40.

Las bridas serán de acero forjado para una presión de trabajo de 10.5 kg/cm² con tornillos de cabeza y tuerca hexagonal grado A-5, y junta de hule rojo con espesor de 3.175 mm.

Materiales de unión

Para tuberías y conexiones roscadas, utilice pasta o cinta de teflón.

Para tuberías y conexiones de acero soldable utilizar soldadura eléctrica empleando electrodos de calibre adecuado al espesor de las tuberías, clasificación AWS E 6010 y AWS 7018.

Para unir bridas, conexiones bridadas o válvulas bridadas, utilizar tornillos maquinados de acero al carbón.

Válvulas

Las válvulas angulares, de compuerta y de retención serán clase 10.5 kg/cm². Serán roscadas hasta 50 mm de diámetro y bridadas de 64 mm o mayores.

Aislamiento térmico

En las localidades de clima extremo se aislarán térmicamente las tuberías localizadas a la intemperie, para lo cual se usarán tubos preformados en dos medias cañas, de fibra de vidrio, con espesor de 25 mm o tubos de polímero espumado de celda cerrada con espesor de 13 mm. El acabado deberá hacerse con una capa de manta y dos flejes de aluminio por cada tramo de 91 cm y se recubrirán con una capa protectora de lámina de aluminio lisa de 0.718 mm de espesor, traslapada 5 centímetros, tanto longitudinalmente como transversalmente, sujeta con remaches "pop" de 2.4 mm de diámetro, a cada 30 centímetros.

Juntas flexibles

Para absorber movimientos diferenciales entre juntas de construcción en zonas sísmicas o terrenos de baja capacidad de carga, se instalarán mangueras metálicas corrugadas.

Soportes

Todas las tuberías que no estén enterradas deberán estar sostenidas con soportes. Además la tubería debe estar asegurada para soportar cargas sísmicas horizontales, tanto laterales como longitudinales, y para evitar el movimiento vertical resultante.

Pintura

Para identificación: Todas las tuberías se pintarán de color rojo bermellón. En las tuberías que no van forradas, la pintura se aplicará directamente sobre la tubería, y en las tuberías forradas la pintura se aplicará sobre la capa protectora del aislamiento.

Para protección: Las tuberías de acero localizadas a la intemperie y que van forradas, además de pintarse para su identificación, deberán pintarse con pintura anticorrosiva aplicada directamente sobre la tubería.

Aspectos relevantes acerca de los materiales aprobados

De lo mencionado en cuanto a los materiales por utilizar, las normas recomiendan emplear para este tipo de sistemas, en las redes de tuberías, accesorios y equipos de bombeo, aquellos que se encuentran aprobados por UL y FM.

Las siglas UL (Underwriters Laboratories) representan el sello de aprobación por parte de laboratorios estadounidenses y se aplica en materiales que han sido ensayados y aprobados y que cumplan con los estándares de calidad establecidos por éstos. Las siglas FM (Factory Mutual) son normas que tienen una gran importancia y notoriedad en EEUU y se han especializado específicamente en la protección y prevención contra incendios.

En ambos casos, la industria manufacturera Mexicana se ve imposibilitada a elaborar productos bajo estas certificaciones debido a que no se cuenta con laboratorios de pruebas especializaos para este fin. Así, en México para sistemas de PCI y otros, es común encontrar materiales, accesorios y equipos de bombeo que no están certificados por UL/FM, sin embargo, los estándares de calidad, dimensiones y propiedades mecánicas bajo los cuales se fabrican, se encuentran dentro de los estándares internacionales. Además de que la utilización de estos representa un ahorro significativo en los costos de instalación, su utilización no representa mayor riesgo si son instalados de forma correcta y bajo una supervisión adecuada. No obstante algunas empresas en nuestro país tienen como política la utilización de algunos componentes aprobados que generalmente son los sistemas de bombeo.

La práctica común en México es considerar en sistemas de PCI ciertos componentes aprobados como pueden ser válvulas, mangueras y algunos otros accesorios, aunque éstos por su alta demanda, ya se les puede conseguir bajo la certificación UL/FM a un costo relativamente bajo.

2.2 Suministro y distribución de agua a los gabinetes

Gasto en los gabinetes

Deberá ser suficiente para que dos gabinetes puedan descargar simultáneamente agua en el volumen siguiente

Gab. Chicos	Gab. Medianos	Gab. Grandes
140 lpm	240 lpm	650 lpm

Gabinets considerados en uso simultáneo para el diseño y la realización de pruebas hidráulicas

La presión de agua de la red de gabinetes deberá probarse en el chiflón de los dos gabinetes más altos al mismo tiempo y en el chiflón de los dos gabinetes más lejanos por separado, teniendo los gabinetes sus válvulas completamente abiertas.

Presión de agua a la entrada de la válvula angular.

Esta debe ser, como mínimo la siguiente

	Gab. Chicos	Gab. Medianos	Gab. Grandes
Para incendio clase "A"	1.75 kg/cm ²	2.1 kg/cm ²	2.1 kg/cm ²
Para incendios clase "B" o "C"	3.5 kg/cm ²	3.5 kg/cm ²	3.5 kg/cm ²

La presión a manejar según el reglamento de construcciones, debe ser constante entre 2.5 y 4.2 kg/cm², en el punto más desfavorable.

Diámetros de las tuberías de distribución

Los diámetros apropiados para los tres tipos de gabinetes son:

	Gab. Chicos	Gab. Medianos	Gab. Grandes
Para tuberías matrices que alimentan dos o más gabinetes	64 mm (2 ½")	75 mm (3")	100 mm (4")
Para tuberías de ramales que alimenten a un solo gabinete	50 mm (2")	64 mm (2 ½")	75 mm (3")

Cuando la longitud de las tuberías matrices y ramales excede de 100 m, los diámetros podrán ser mayores de los aquí señalados y serán motivo de un análisis para determinar las caídas de presión.

Las tuberías que alimenten a tomas siamesas serán del diámetro mayor de la red.

2.3 Determinación de la carga total de bombeo

Para determinar la carga total de bombeo se tomará en consideración la fórmula siguiente:

$$H = \pm h_{es} + h_{fs} + h_{ed} + h_{fd} + h_m + h_{op} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

- h_{es} = Carga o altura estática, en metros
- h_{fs} = pérdidas de carga por fricción en la tubería de succión, en metros
- h_{ed} = Carga o altura estática en la descarga, en metros.
- h_{fd} = pérdidas de carga por fricción en la red de tuberías, en metros
- h_m = pérdidas por fricción en la manguera, chiflón y válvula angular, en metros
- h_{op} = Carga o presión de operación en la descarga de la manguera, en metros

Cálculo de pérdidas por fricción.

Para determinar las pérdidas por fricción tanto en la succión de las bombas como en la descarga, se utiliza como práctica común la ecuación de Hazen-Williams, en su expresión:

$$h_f = \frac{6.824 \times I \times V^{1.825}}{C_{HW}^{1.851} d^{1.167}} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

- I* longitud de cálculo= longitud de tubería + longitud equivalente, en metros
- V* velocidad del flujo de agua, en m/seg
- C_{HW}* Coeficiente de Hazen-Williams (ver tabla No. 1 –Anexo 1)
- d* diámetro interior de la tubería, en metros

Análisis por el método de Hardy Cross para una red de tuberías.

Cuando el sistema de distribución esté formado por una red de tuberías como el mostrado en la figura 1.3, el procedimiento de análisis de las pérdidas por fricción podrá realizarse mediante el “**Método de Hardy Cross**”. Este método consiste en suponer una distribución del caudal en la red y en compensar las pérdidas de carga resultantes. Se emplean las fórmulas de determinación de las pérdidas de carga en las tuberías, y se hacen sucesivas correcciones de los caudales hasta que las pérdidas de carga quedan prácticamente compensadas (ver procedimiento de su uso en Anexo No 2).

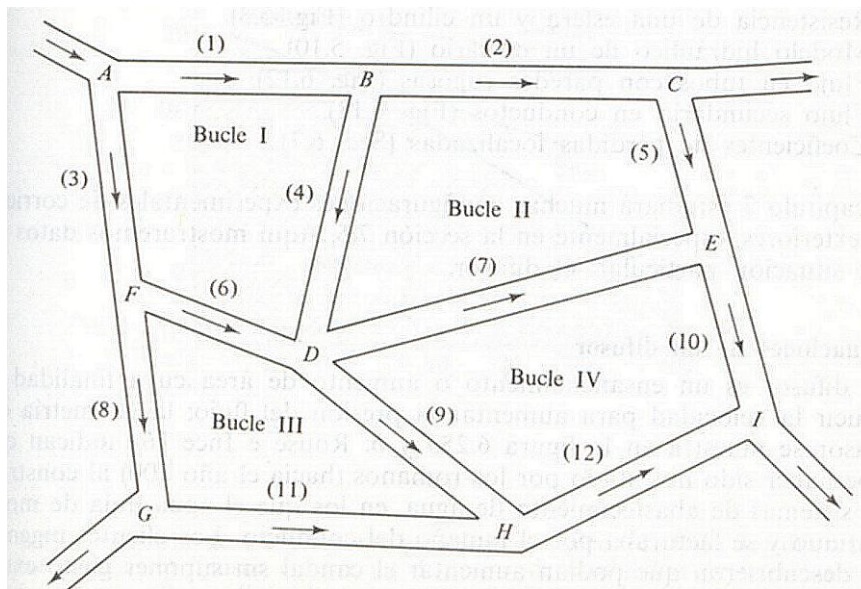


Figura 1.3. Red de tuberías

2.4 Equipos de bombeo

Se deberán tener como mínimo dos bombas principales, éstas podrán ser centrífugas horizontales, o verticales tipo turbina, una con motor eléctrico y otra con motor de combustión interna y una bomba presurizadora o "Jockey" para mantener constante la presión del sistema.

Para la bomba Jockey el gasto a manejar no deberá ser mayor del 4% del gasto máximo del sistema y para trabajar en los siguientes rangos de presión:

$$P_{\text{arranque}} = P_{\text{diseño}} - 0.7 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{\text{paro}} = P_{\text{diseño}} + 1.4 \text{ kg/cm}^2$$

Las bombas principales deberán cumplir con las siguientes características principales:

Ser siempre del tipo cebadas o autocebantes.

Las bombas accionadas por motor de combustión interna deberá contar con: doble banco de baterías para su arranque o un banco y cargador automático.

El motor debe estar directamente acoplado a bombas horizontales por medio de juntas o coples flexibles de diseño adecuado. Las bombas de eje vertical tipo turbina, tendrán el motor conectado en ángulo recto a la transmisión, con juntas universales adecuadas.

Para el abastecimiento de combustible se deberá cumplir con lo siguiente:

Todas las tuberías de combustible que estén expuestas a daños o golpes deben contar con guardas de protección adecuadas.

La capacidad mínima del tanque de combustible será suficiente para operar el motor durante dos horas sin interrupción para volver a llenar el tanque.

Los tanques de almacenamiento de combustible deben estar perfectamente localizados al exterior contando con sistemas adecuados para que sean llenados, con su correspondiente tubo de venteo si son interiores y debidamente aislados y libres de daños mecánicos, con un dique de contención para evitar derrames.

Entre la línea de combustible y el motor debe instalarse una conexión flexible con el fin de absorber los movimientos propios del motor.

Poder rendir 150% de su capacidad normal con 65% de su presión normal.

De preferencia ser del tipo con succión positiva. En donde el suministro de agua se encuentre por debajo de la línea central de la brida de descarga y la presión del suministro de agua sea insuficiente para llevar el agua hasta la bomba contra incendio, deberá utilizarse una bomba de tipo eje de turbina vertical.

Toda bomba deberá ser probada cada 30 días como mínimo bajo el gasto y presión normales por un mínimo de 3 minutos.

Para bombas de capacidad de 450 gpm en adelante, se permitirá que exista un cabezal de succión común exclusivo para bombas contra incendio cuyo diámetro será el inmediato superior al diámetro nominal de succión de las bombas.

Las bombas deberán ser instaladas en lugares de fácil acceso dentro del predio de la planta o en un local de construcción incombustible, reservado para el uso exclusivo de la fuente de agua destinada a la red contra incendio. Las bombas deben estar convenientemente protegidas contra daños mecánicos. La

temperatura del local no debe ser menor de 4 grados centígrados (10 grados °C en el caso de que sean utilizados motores tipo diesel). Este debe ser lo suficientemente amplio y la tubería y equipo deben estar colocados de manera que se tenga un fácil acceso para su operación y reparación, así como estar debidamente iluminado.

Las bombas centrifugas contra incendio deberán ser certificadas para servicio de protección contra incendio cuando así se requiera.

Las bombas certificadas o aprobadas para el servicio de protección contra incendios tienen las siguientes capacidades nominales en gpm (l/min) y deberán ser para presiones netas de 40 psi (2.7 bar) o más. Las bombas para nominaciones de más de 5000 gpm (18.925 l/min) están sujetas a revisión individual ya sea por la autoridad competente o un laboratorio de certificado.

CAPACIDADES NOMINALES DE LAS BOMBAS

GPM	LPM	GPM	LPM	GPM	LPM
25	95	400	1514	2000	7570
50	189	450	1703	2500	9462
100	379	500	1892	3000	11355
150	568	750	2839	3500	13247
200	757	1000	3785	4000	15140
250	946	1250	4731	4500	17032
300	1136	1500	5677	5000	18925

NFPA 20. PAGINA 20-8 TABLA 2-3

2.5 Tuberías y accesorios para la succión y descarga de las bombas.

El diámetro de las tuberías y accesorios deben ser como mínimo de acuerdo a la siguiente tabla:

TAMAÑOS MINIMOS DE TUBERIA

NOMINACION DE LA BOMBA		SUCCION PULG	DESCARGA PULG	VALVULA DE ALIVIO PULG	VAVULA DE ALIVIO DESCARGA PULG	APARATO MEDIDOR PULG	NUMERO Y TAMAÑO DE VALVULAS DE MANGUERA PULG	CABEZAL SUMINSTRO AMANGUERAS PULG
GPM	L/MIN							
25	95	1	1	3/4	1	1 1/4	1 - 1 1/2	1
50	189	1 1/2	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2	1 - 1 1/2	1 1/2
100	379	2	2	1 1/2	2	2 1/2	1 - 2 1/2	2 1/2
159	602	2 1/2	2 1/2	2	2 1/2	3	1 - 2 1/2	2 1/2
200	757	3	3	2	2 1/2	3	1 - 2 1/2	2 1/2
250	946	3 1/2	3	2	2 1/2	3 1/2	1 - 2 1/2	3
300	1136	4	4	2 1/2	3 1/2	3 1/2	1 - 2 1/2	3
400	1514	4	4	3	5	4	2 - 2 1/2	4
450	1703	5	5	3	5	4	2 - 2 1/2	4
500	1893	5	5	3	5	5	2 - 2 1/2	4
750	2839	6	6	4	6	5	3 - 2 1/2	6
1000	3785	8	6	4	8	6	4 - 2 1/2	6
1250	4731	8	8	6	8	6	6 - 2 1/2	8
1500	5678	8	8	6	8	8	6 - 2 1/2	8
2000	7570	10	10	6	10	8	6 - 2 1/2	8
2500	9463	10	10	6	10	8	8 - 2 1/2	10
3000	11355	12	12	8	12	8	12 - 2 1/2	10
3500	13248	12	12	8	12	10	12 - 2 1/2	12
4000	15140	14	12	8	14	10	16 - 2 1/2	12
4500	17033	16	14	8	14	10	16 - 2 1/2	12
5000	18925	16	14	8	14	10	20 - 2 1/2	12

NFPA 20, TABLA 2-20 PAGINA 20-13

Se deben instalar una válvula de retención y una de corte en el tubo de descarga.

Las válvulas de corte deben de ser instaladas en los lugares requeridos para tener acceso a las reparaciones de la bomba y válvulas de retención en caso necesario.

Válvulas de Alivio.

Las bombas conectadas a impulsores de velocidad ajustable, deben ser equipadas con una válvula de alivio. Cuando las bombas sean impulsadas por motores de velocidad constante y la presión de cierre más la presión a válvula cerrada exceda a la presión para la cual los componentes del sistema estén diseñados a operar, requerirán válvulas de alivio.

Las válvulas de alivio deben ser como mínimo del diámetro indicado en la tabla anterior

La válvula de alivio debe localizarse entre la bomba y la válvula de retención de descarga de la misma y en una posición que pueda desmontarse sin perturbar el funcionamiento del equipo.

Válvulas para prueba de Bombas

Debe proveerse una válvula de prueba con rosca exterior para tapón de 64mm de diámetro de acuerdo con lo indicado en la tabla.

Las válvulas de prueba deben estar unidas a un cabezal y conectadas por medio de una tubería accesible al tubo de descarga de las bombas, preferentemente entre las descargas de la válvula de retención y la de compuerta. Deben estar localizadas de manera que se evite cualquier posibilidad de daño por agua al motor del impulsor o sus controles, y preferentemente dar al exterior del cuarto de bombas.

Debe instalarse un arreglo para pruebas de flujo o un medidor de flujo, con el objeto de ser usados a la capacidad máxima de la bomba o bombas, este puede consistir en una tubería proveniente del cabezal de descarga de las bombas y cuyo destino podrá ser la cisterna de donde se toma el agua para el sistema, en esta tubería se deberá contar con una válvula de compuerta que permanecerá cerrada durante la operación normal del sistema

Circulación de agua para prevenir sobrecalentamiento.

Las bombas automáticas controladas deben proveerse con una válvula de alivio de 19.0 mm, colocada debajo de la válvula de cierre e instalada de tal manera que permita la circulación del agua para prevenir el sobrecalentamiento de la bomba cuando esté operando sin descargar a la red. Esto no es necesario para bombas de tipo sumergido, ni tampoco para bombas impulsadas por motores que utilicen el agua de la descarga para su enfriamiento.

Actualmente en el mercado ya existen paquetes montados sobre bases de acero que incluyen bombas, tuberías de succión y descarga, válvulas, accesorios y tableros de control, éstos son preferibles debido a que ahorran tiempo en la instalación, además de que ya pueden contar con un certificado de aprobación por NFPA.

2.6 Almacenamiento de agua requerido.

Se deberá contar con un almacenamiento de agua, exclusivo para protección contra incendio, en proporción de 5 litros por metro cuadrado construido. La capacidad mínima para este efecto será de 20,000 litros y la máxima de 100,000 litros.

Fuentes de agua

El agua que se use en las redes de hidrantes deberá ser de calidad apropiada, es decir, no deberá contener en solución sustancias que dañen o entorpezcan el equipo de protección contra incendio ni que constituyan un peligro al mezclarse con las materias que están siendo presas del incendio.

Las fuentes de agua se dividen en dos clases, Primarias y Directas

Las fuentes primarias de agua son aquellas que alimentan originalmente con agua al riesgo protegido y pueden ser de cualquier clase siempre y cuando proporcionen agua en la calidad y volumen necesario para llenar su cometido. Estas fuentes pueden ser ríos, fuentes, cisternas, pozos servicios municipales, etc.

No se exigirá que el riesgo protegido cuente con más de una fuente primaria de agua aún cuando cuente con dos o más fuentes directas de la misma, si esta fuente primaria es suficiente para alimentar simultáneamente a las fuentes directas con que cuenta el riesgo.

Las fuentes directas de agua son aquellas que proveen de agua permanentemente en la calidad, volumen y presión a la red de hidrantes del riesgo protegido y son: Depósitos por gravedad, Depósitos a presión (es decir de tanques a presión y su equipo) y equipos de bombeo.

Cuando se exijan dos fuentes directas de aprovisionamiento de agua, se recomienda que de preferencia una de estas dos fuentes opere por gravedad. Cuando las dos fuentes directas sean depósito a presión o por equipo de bombeo, entonces cada fuente directa deberá consistir en un equipo distinto y completo que comience desde la fuente o fuentes primarias que proporcionen el agua a las fuentes directas y que termine con la parte que descargue el agua dentro de la red de hidrantes.

Es necesario que las fuentes de energía que proporcionan fuerza a los equipos que constituyen las fuentes directas sean distintas entre sí, debiendo ser de preferencia una de combustión interna, pero si

las dos fuerzas son eléctricas se aceptaran si una de ellas se origina en un sistema bajo el control y responsabilidad directa del usuario y siempre que las instalaciones eléctricas sean distintas para cada sistema.

Ya sea que el riesgo cuente con una o más fuentes directas de abastecimiento de agua, cuando menos una de estas debe ser automática.

El agua que fluye de depósitos por gravedad, se considerará fuente directa automática. El agua que fluye de depósitos a presión o por equipo de bombeo será considerada fuente directa automática cuando su equipo cuente con controles que hagan que sus bombas empiecen a funcionar tan pronto como se abra la válvula de un hidrante.

Los riesgos que cuenten con dos fuentes directas, consistentes en dos equipos de bombeo conectados a una cisterna, se les exigirá que el volumen mínimo de agua, destinada a alimentar la red de protección contra incendio almacenado en esa cisterna, sea el doble del requerido para una fuente de abastecimiento, en el entendido de que los motores de tales equipos de bombeo deberán ser alimentados por dos fuerzas distintas y que las bombas deberán de ser de capacidad suficiente cada una, para alimentar simultáneamente a los gabinetes requeridos, así como a los rociadores automáticos en caso de que existan.

3. Metodología para el diseño de sistemas contra incendio con hidrantes.

Este capítulo sólo es una referencia básica que toma como base la experiencia en el diseño de este tipo de sistemas; las actividades a seguir se describen brevemente a continuación:

A) Recopilación de Información.

Planos arquitectónicos. Este punto es fundamental ya que normalmente la materia de trabajo sobre el cual se desarrolla el proyecto de la instalación son estos planos, sin ellos, es casi imposible la ejecución del proyecto. Deben de ser de la última versión; revisada y actualizada por la parte de arquitectura.

B) Análisis de la Información.

Se deberá revisar en cada plano arquitectónico obtenido, las zonas a proteger, los niveles de piso terminado de cada lugar, los materiales de construcción, investigar el servicio que prestará el conjunto -que puede ser habitacional, comercial, de servicios, etc.-, para evaluar el tipo de riesgo que se pueda generar y con ello establecer puntualmente el sistema de PCI a emplear.

En el caso específico del sistema de PCI mediante gabinetes, se deberá revisar por cada zona del proyecto los inconvenientes generados por la utilización del agua en el combate de incendios para poder así ubicar la posición que podrían tener éstos. También se deberá considerar la incorporación de una cisterna o el aumento en la capacidad de la que se tenga construida teniendo en cuenta que ésta se deberá ubicar lo más cercano posible al lugar donde se dispondrán los equipos de bombeo.

C) Elaboración del Anteproyecto.

Una vez analizada la información se deberá hacer un sembrado de gabinetes que cubran las zonas identificadas como riesgosas y en las cuales sea necesario su protección, teniendo en cuenta que cada uno de estos gabinetes deberá estar colocado para que cada uno con su manguera de 30 m alcance a cubrir las zonas protegidas. Además se deberá evaluar la reserva de agua para el combate de incendios que será almacenada ya sea en una cisterna nueva o existente; cabe mencionar que debido al poco uso del sistema (que es lo que se espera siempre) el agua almacenada en la cisterna, y también dependiendo del tipo de ambiente, se enturbiará, por lo que

esta reserva de agua es recomendable considerarla dentro de la misma cisterna que surte a la red de agua de servicios del inmueble. Si esto no llegara a ser posible debido a que se tiene otro tipo de suministro de agua como el efluente de una planta de tratamiento, se deberá considerar un sistema de tratamiento de agua secundario para eliminar los posibles sólidos disueltos en suspensión que puedan afectar la operación de los equipos de bombeo y los accesorios del sistema.

Este anteproyecto se deberá presentar a la brevedad posible preferentemente en alguna reunión con el cliente y los arquitectos encargados del proyecto, para que se evalúen los inconvenientes que se presenten por la ubicación de los gabinetes, cisterna y cuarto de máquinas. Los comentarios que normalmente surgen en estas juntas son por lo general del tipo estético ya que por ser los gabinetes en algunos casos voluminosos y por el color que los identifica se busca que estos se encuentren en lugares lo más discretos posibles. En este punto es importante hacer ver al cliente que la ubicación que se seleccionó para los gabinetes es estratégica y apegada a la normatividad para lo cuál, se deberá procurar que la ubicación o reubicación de estos no se desvíe significativamente de lo que marca la norma. Se pueden dar opciones en cuanto al acabado que pueden tener los gabinetes para hacer más estética su utilización. Actualmente en el mercado ya se cuenta con varias presentaciones y materiales válidos para éstos; se deberán buscar los más adecuados dependiendo del lugar donde se colocarán.

D) Proyecto Ejecutivo.

Una vez aprobada la ubicación de los gabinetes, definido el tipo de sistema de bombeo a emplear, además de haber definido el lugar donde se ubicará la reserva de agua, se procederá a realizar el trazo de la red de tuberías que alimentará a cada uno de los gabinetes, para lo cuál, se deberán verificar y resolver las posibles interferencias con otras instalaciones. El trazo de la instalación se realizará sobre los planos arquitectónicos a escala, y en esto se identificarán en el pie de cada plano con una numeración consecutiva y una breve descripción de la zona o nivel que representa.

El trazo de la red servirá para generar el diagrama de cálculo sobre el cual se evaluarán las pérdidas por fricción para la selección de los diámetros de tubería y además para determinar el tamaño de los equipos de bombeo. En el cálculo de las pérdidas por fricción se evaluarán los dos gabinetes más altos y los dos gabinetes más lejanos, por separado. Determinada la capacidad de los equipos de bombeo se diseñará la casa de máquinas a detalle de acuerdo a la norma correspondiente; además se indicarán los accesorios que llevarán tanto en la succión como en la descarga.

Con los planos ejecutivos terminados, se realizará una memoria descriptiva del sistema y una memoria de cálculo donde se deberán identificar los criterios de diseño empleados además de los resultados obtenidos por el cálculo de las pérdidas por fricción y la selección de los equipos de bombeo.

Como parte final, se elaborará un catálogo de conceptos que incluirá la cuantificación de todos los accesorios, tuberías y equipos con los que cuenta el sistema y adicionalmente si el cliente solicita el presupuesto de la instalación, se deberá realizar un análisis de precios unitarios que contemplará los costos debidos al material, desperdicios, fletes, mano de obra, equipo, herramienta y finalmente el indirecto que cambiará dependiendo del lugar y condiciones donde se realice la obra.

4.- Caso de estudio

Se presenta a continuación el diseño del sistema de protección contra incendio mediante gabinetes con manguera elaborado para un laboratorio farmacéutico.

4.1 Descripción arquitectónica:

El laboratorio está ubicado en un área de 24500 m² en Lerma Edo. de México a una altitud de 2608 msnm, la planta está formada por las siguientes zonas (ver croquis en la figura 4.1).

Producción.

El edificio es de dos niveles con un área por nivel de 3099 m²; en su planta baja se encuentran las áreas de producción y en el segundo nivel, están ubicados los equipos de acondicionamiento de aire que requieren las diferentes áreas y algunos equipos que forman parte de los procesos.

En la planta baja los muros son de mampostería, se cuenta con una losa de vigueta y bovedilla a una altura de 4.35 m sobre el nivel de piso terminado, además, toda el área se cubre con un plafón que se encuentra a 1.5m por debajo de la losa de este nivel. Dentro de este plafón se alojan las instalaciones a las cuales se les da mantenimiento mediante pasos de gato ubicados apenas a 20 cm sobre el plafón.

Para el segundo nivel el techo y los muros son de multipanel con algunas zonas de ventilación fijados con estructuras metálicas.

Baños y vestidores.

En este lugar se encuentran concentrados los núcleos sanitarios, regaderas y lockers para el personal de las zonas de proceso en un área de 415 m², éstas se comunican mediante 3 túneles con la planta baja de producción

La construcción es a base de muros de mampostería con losa de vigueta y bovedilla colocada a 4.35 m sobre nivel de piso terminado, y un plafón de 1 m de alto

Control de calidad.

La superficie construida de esta zona que es de un solo nivel es de 864 m², los muros perimetrales son de vidrio y la losa es de vigueta y bovedilla, cuenta con un plafón de 1 metro de alto donde se alojan las instalaciones.

Comedor y Cocina.

El conjunto que forman estas dos zonas tiene una superficie de 474 m², el comedor tiene capacidad para 108 comensales, los muros son de vidrio y la losa al igual que en la cocina es de vigueta y bovedilla, también se cuenta con un plafón de 0.7 metros de altura donde se alojan las instalaciones.

Cuarto de bombas y Cisterna.

El cuarto de bombas se encuentra situado sobre la tapa losa de la cisterna, los muros de este cuarto son de mampostería con losa de vigueta y bovedilla. La cisterna está constituida por dos celdas con capacidad individual de 96.865 m³. Sobre una de éstas se encuentra el cuarto de bombas, los muros de la cisterna son de concreto y se comunican por la parte superior del muro que las divide, las dimensiones de cada una de las celdas son 8.75 x 6.15 x 2 m.

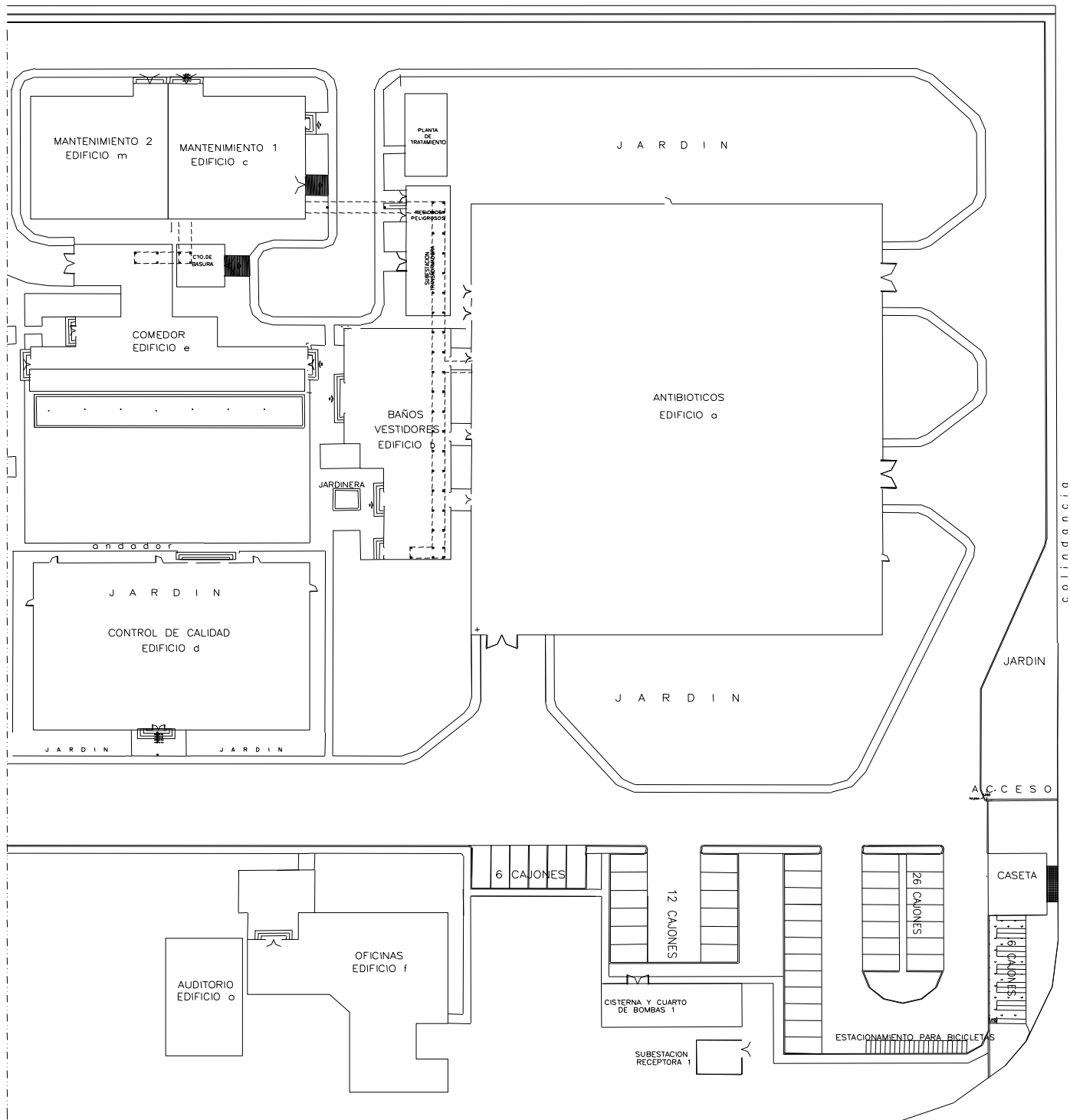


Figura 4.1. Croquis general

Oficinas.

Las oficinas están ubicadas en un área de 484 m², son de un solo nivel, los muros son de vidrio y la losa es de vigueta y bovedilla, se cuenta con un plafón de 0.5 m de alto

Cuarto de Máquinas.

En el cuarto de máquinas está un taller con sanitarios y regaderas en un área de 337 m², los muros de esta construcción son de mampostería y el techo de multipanel.

4.2-Datos del sistema.

Clasificación del tipo de incendio y riesgo:

De acuerdo a la clasificación de la AMIS (Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros) en su capítulo 5 sección 5.3 y al Reglamento de Construcciones, el tipo de incendio a manejar es del tipo "A" correspondiente a los casos donde se presentan combustibles que dejan residuos carbonosos y brasas.

De acuerdo a las normas técnicas complementarias el grado de riesgo es alto debido al manejo y almacenamiento de materias primas, productos o subproductos en cantidades mayores a las especificadas, además la superficie construida supera los 3000 m² y la cantidad de personas que ahí trabajará es superior a 250.

Tipo de sistema a instalar.

El sistema de protección contra incendio que se empleará por el tipo de riesgo son gabinetes con manguera estratégicamente localizados de forma tal que su manguera de 30 m alcance a cubrir las diferentes áreas del laboratorio.

La elección del sistema de protección se definió de acuerdo al tipo de incendio y riesgo, además por un análisis económico de la comparación entre un sistema de rociadores y el sistema con gabinetes, dando como resultado que este último fuera el más conveniente por su costo relativamente bajo con respecto al de rociadores.

Un aspecto relevante para la determinación del resultado anterior es el hecho de que el número de materiales utilizados en las instalaciones de rociadores es mayor en comparación al sistema de gabinetes, además, los materiales comúnmente son de importación y los equipos encargados de suministrar el gasto y presión necesarios en el sistema son generalmente de mayor capacidad.

Cabe mencionar que el sistema de hidrantes constará de gabinetes chicos y sólo se utilizarán para proteger el interior de los edificios.

Edificios y áreas por proteger:

EDIFICIO	AREA m ²
CUARTO DE MAQUINAS	337
COMEDOR Y COCINA	474
BAÑOS Y VESTIDORES	415
PRODUCCION ANTIBIOTICOS	6198
CONTROL DE CALIDAD	864
OFICINAS	484
TOTAL = 8772	

Gasto y presión por hidrante:

De acuerdo a AMIS, por el tipo de riesgo y tamaño de los gabinetes, se considera:

Gasto = 140 lpm, Presión = 1.75 kg/cm²

Por indicación del personal del laboratorio encargado del proyecto, la presión en la salida de cada gabinete no deberá ser menor a 3.5 kg/cm² a un gasto de 190 lpm

4.3- Análisis de Información.

Reserva de agua para el sistema contra incendio.

Del reglamento de construcciones, la dotación de agua mínima para el sistema de protección contra incendio es de 5 l/m²

Volumen de agua = Area por proteger X Dotación = 8772 x 5 = 43 860 lt = 43.86 m³

El laboratorio contará con una cisterna con una capacidad de almacenamiento de 193.73 m³ para dos días de operación sin suministro de agua a la cisterna, de los cuales 149.87 m³ serán para los servicios del laboratorio y el resto (43.86), para el sistema contra incendio

Dimensiones de la cisterna:

17.5 x 6.15 x 2.0 con un colchón de aire de 0.2 m

Características principales con que contará el sistema.

La red estará construida con tubería de acero al carbón cédula 40, extremos roscados, galvanizadas por inmersión, sus conexiones serán de hierro dúctil, ésta surtirá a gabinetes chicos con manguera de neopreno y polyester de 38mm de diámetro y 30 m de longitud, dotada de chiflón de bronce de tres posiciones.

La red contará con dos tomas siamesas (una por fachada) para uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos.

En el cuarto de bombas, sobre el cabezal se instalarán dos válvulas de prueba para conectar mangueras y una válvula de retorno a la cisterna para prueba de operación de bombas.

El sistema de acuerdo a las normas de la AMIS, contará con tres bombas, la operación será automática y se logrará mediante tres tableros eléctricos:

La primer bomba arrancará y parará mediante un interruptor de presión, a ésta se le denomina JOCKEY y su función será la de mantener la presión en la red.

La segunda bomba arrancará y parará mediante interruptor de presión, ésta tendrá la función de surtir agua para la extinción de incendio.

La tercera arrancará y parará mediante interruptor de presión y substituirá a la anterior en caso de falla.

4.4. Trazo de trayectorias de tuberías y elaboración de diagramas de cálculo.

La trayectoria de las tuberías dependerá de la ubicación de los gabinetes contra incendio, preferentemente se ubicarán de tal forma que cada uno se encuentre cerca del acceso a las áreas de cada edificio. En los croquis C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7 se indica la posición de los gabinetes en cada uno de los edificios su ubicación fue determinada con base en la cobertura de cada una de las mangueras alojadas en su interior cuya longitud máxima es de 30 metros.

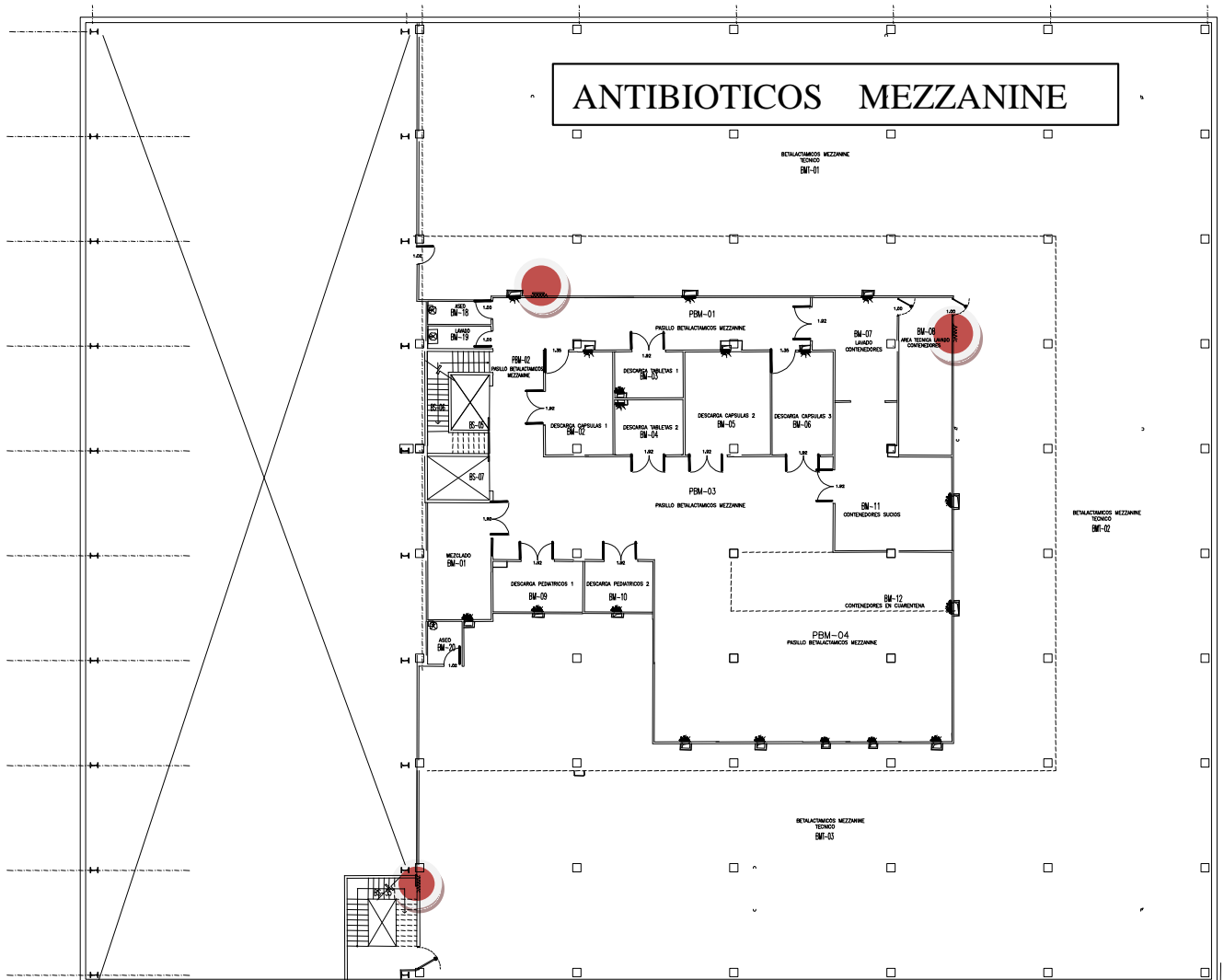


Figura 4.2 Croquis C-1. Producción Mezzanine

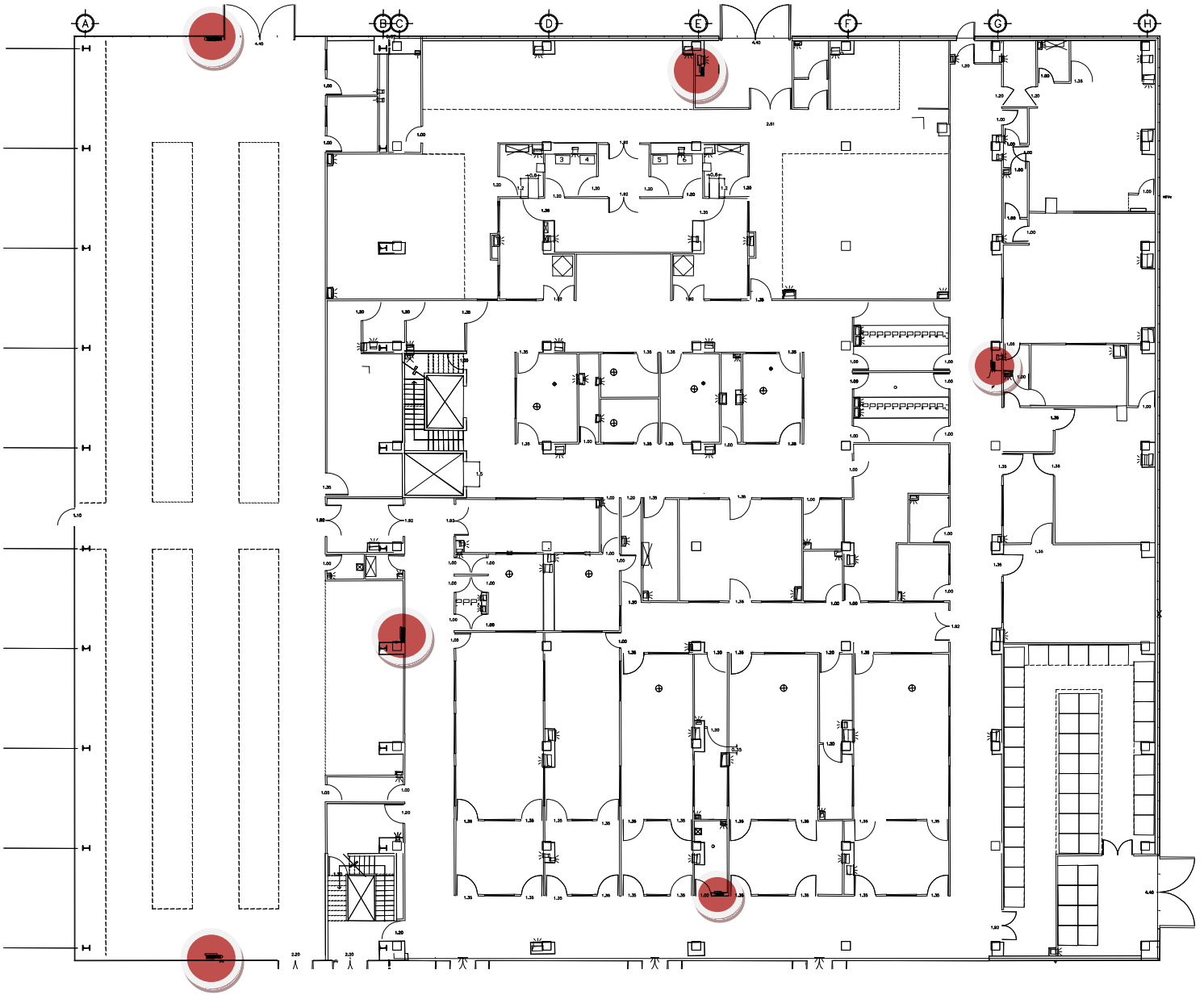


Figura 4.3 Croquis C-2. Producción PB

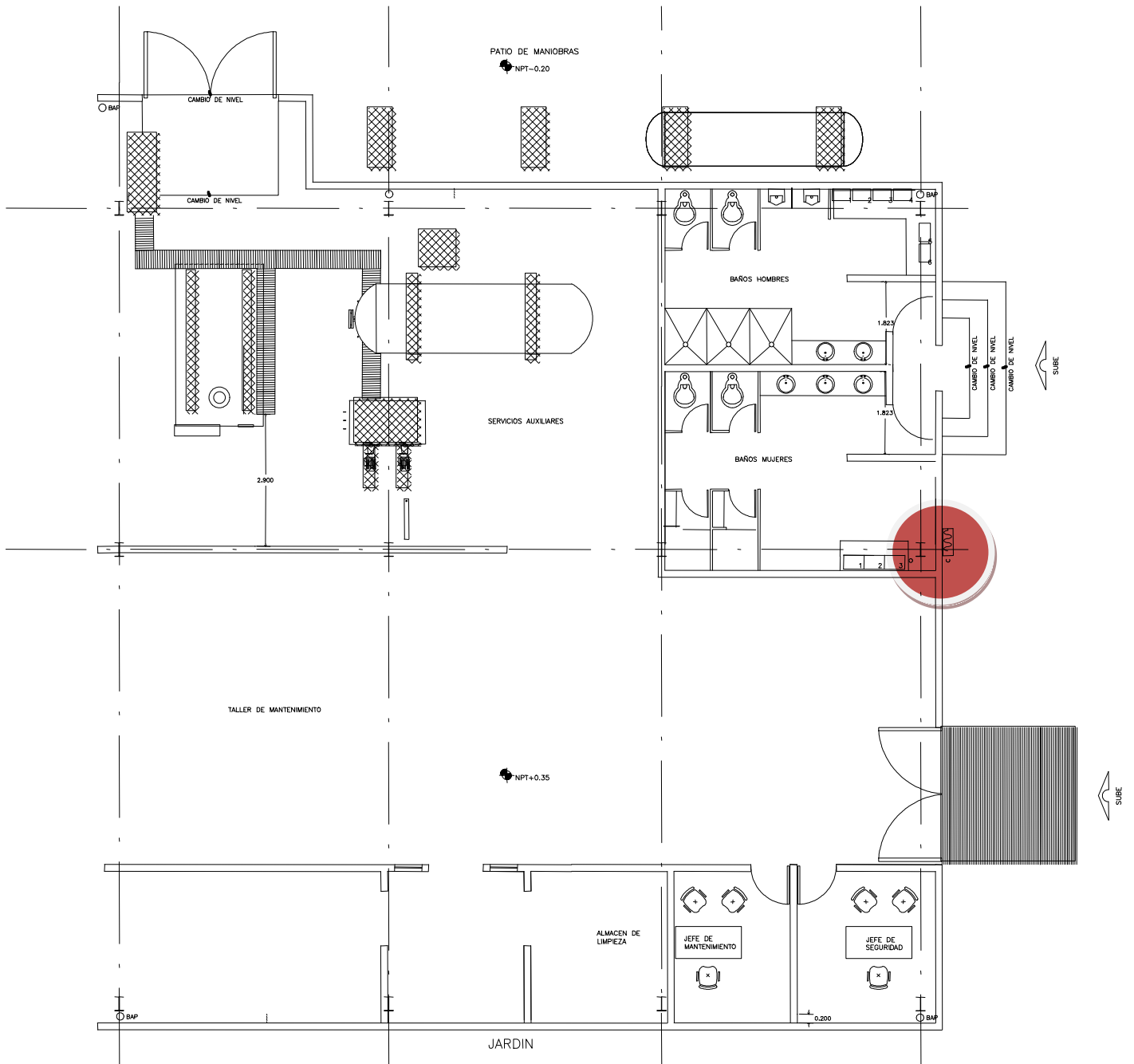


Figura 4.4 Croquis C-3. Cuarto de Máquinas



Figura 4.5 Croquis C-4. Oficinas

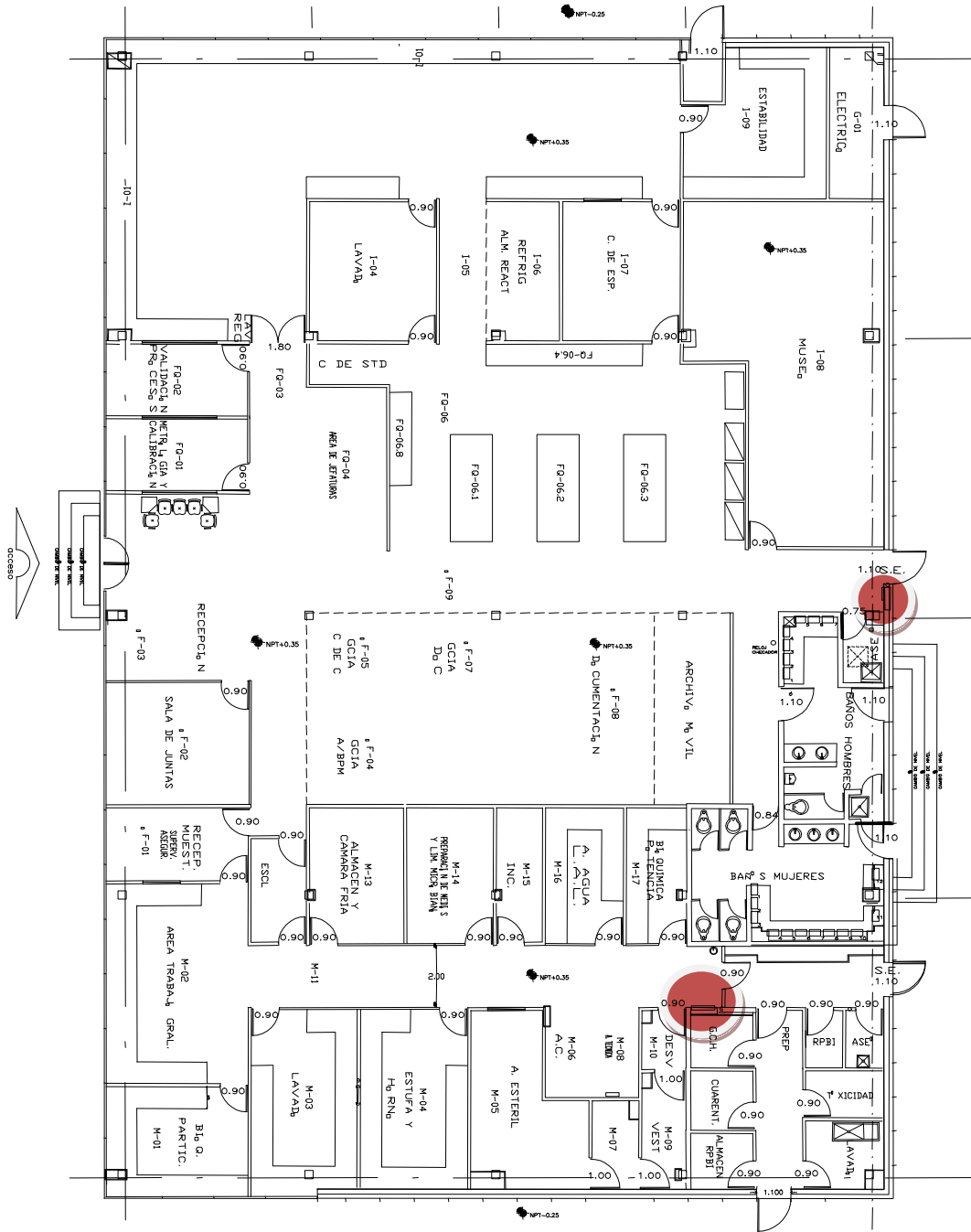


Figura 4.6 Croquis C-5. Control de Calidad

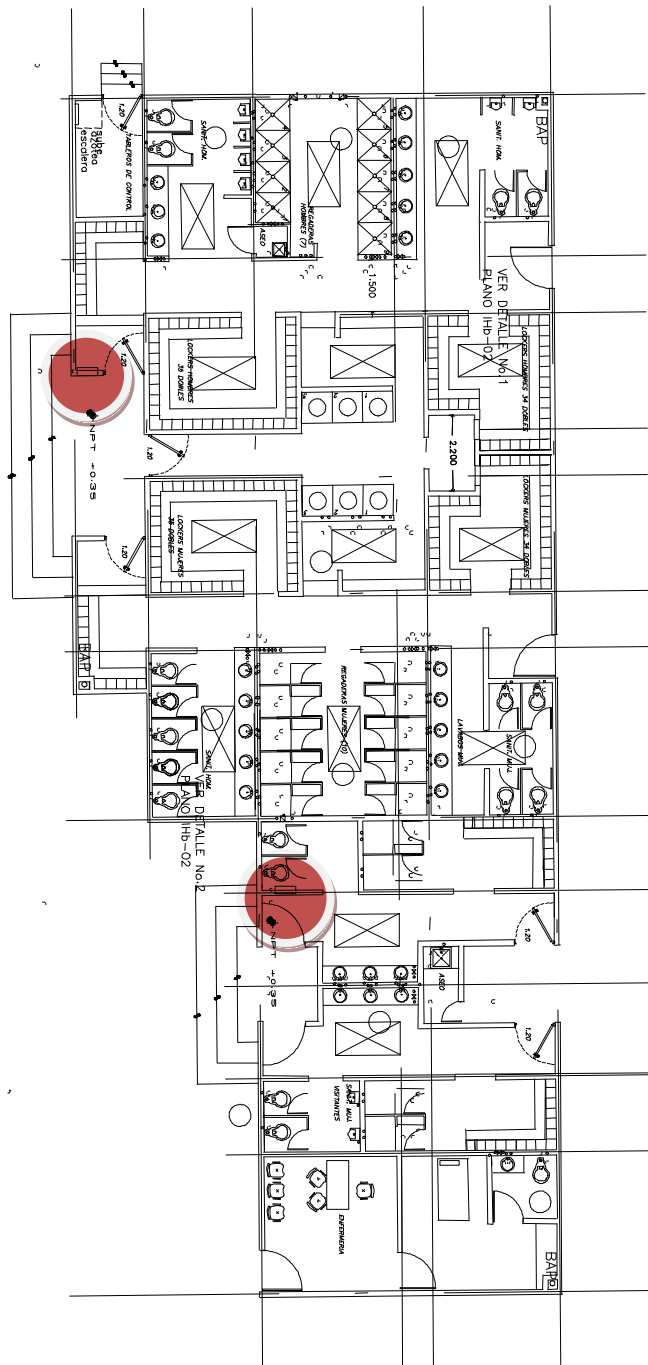


Figura 4.7 Croquis C-6. Baños y vestidores

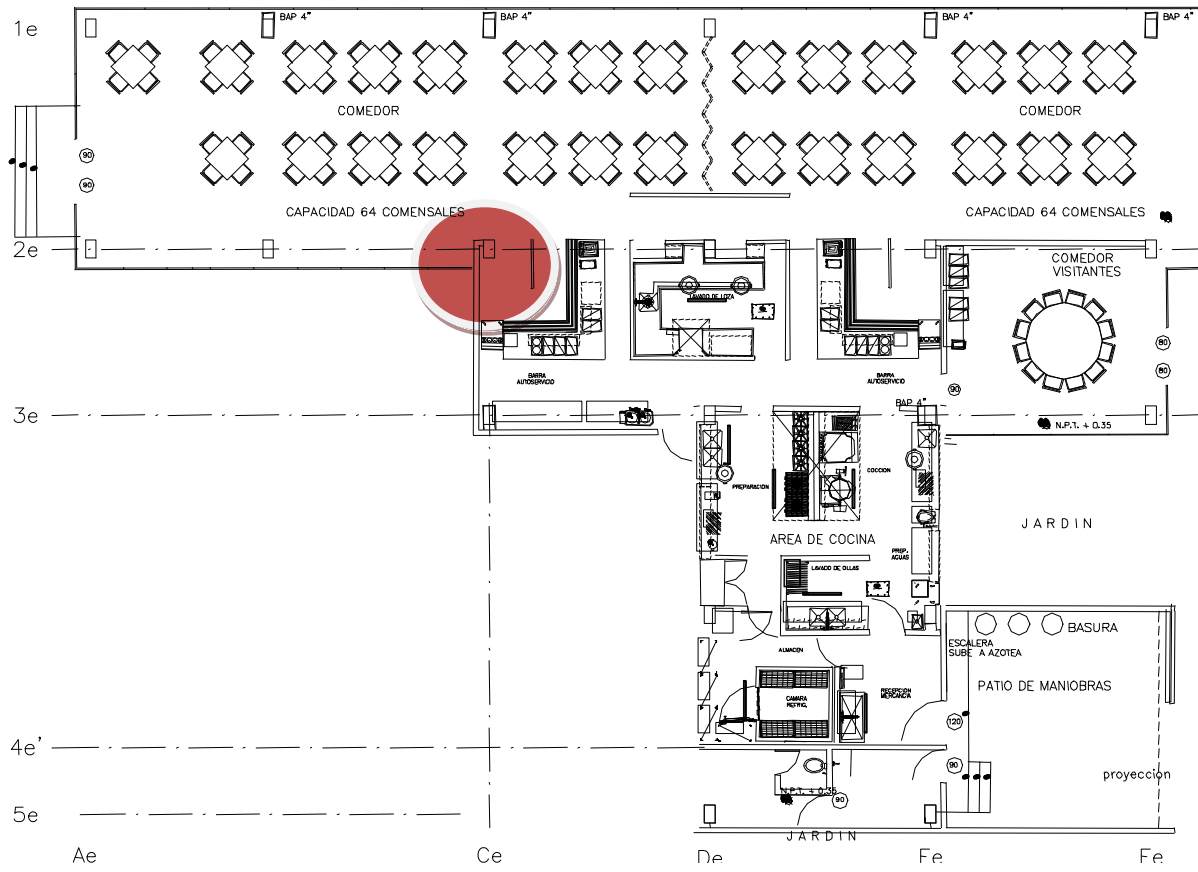


Figura 4.8 Croquis C-7. Comedor y Cocina

Una vez localizados los gabinetes dentro de las áreas por proteger, se trazarán las trayectorias que tendrán las tuberías en el exterior y dentro de los edificios, tratando de que éstas, cuando se encuentren en el exterior, estén enterradas a 1.20 m bajo el nivel de piso terminado, y cuando las tuberías se conduzcan por el interior de los edificios se coloquen sobre los muros y sobre el rack de tuberías. Para las áreas de producción se colocarán en el interior de los muros. Ver figura 4.9.

Los equipos de bombeo se localizarán en el cuarto denominado cisterna y cuarto de bombas.

Elaboración de diagramas de cálculo.

Para la elaboración del diagrama de cálculo se consideró el trazo preliminar de las trayectorias de tuberías.

A la figura 4.9 del diagrama 4.4.1 se le dividió en tramos o secciones de tubería los cuales servirán para identificar las condiciones de operación del sistema cuando se analicen las pérdidas de presión.

4.5 Selección y cálculo de diámetros de tubería.

Para el cálculo de las pérdidas por fricción en la red tuberías, se analizará el gasto máximo instantáneo de la red (diagrama No 4.4.1) y el punto que requiere mayor presión de suministro.

Por la posición de los gabinetes, se establece que los puntos que requieren mayor presión de suministro son los dos gabinetes más elevados, ubicados en el mezanine del edificio de producción y los dos gabinetes más lejanos, ubicados uno de ellos en el cuarto de máquinas y el otro en el almacén del edificio de producción.

Para determinar las pérdidas por fricción tanto en la succión de las bombas como en la descarga se utilizará la ecuación de Hazen-Williams.

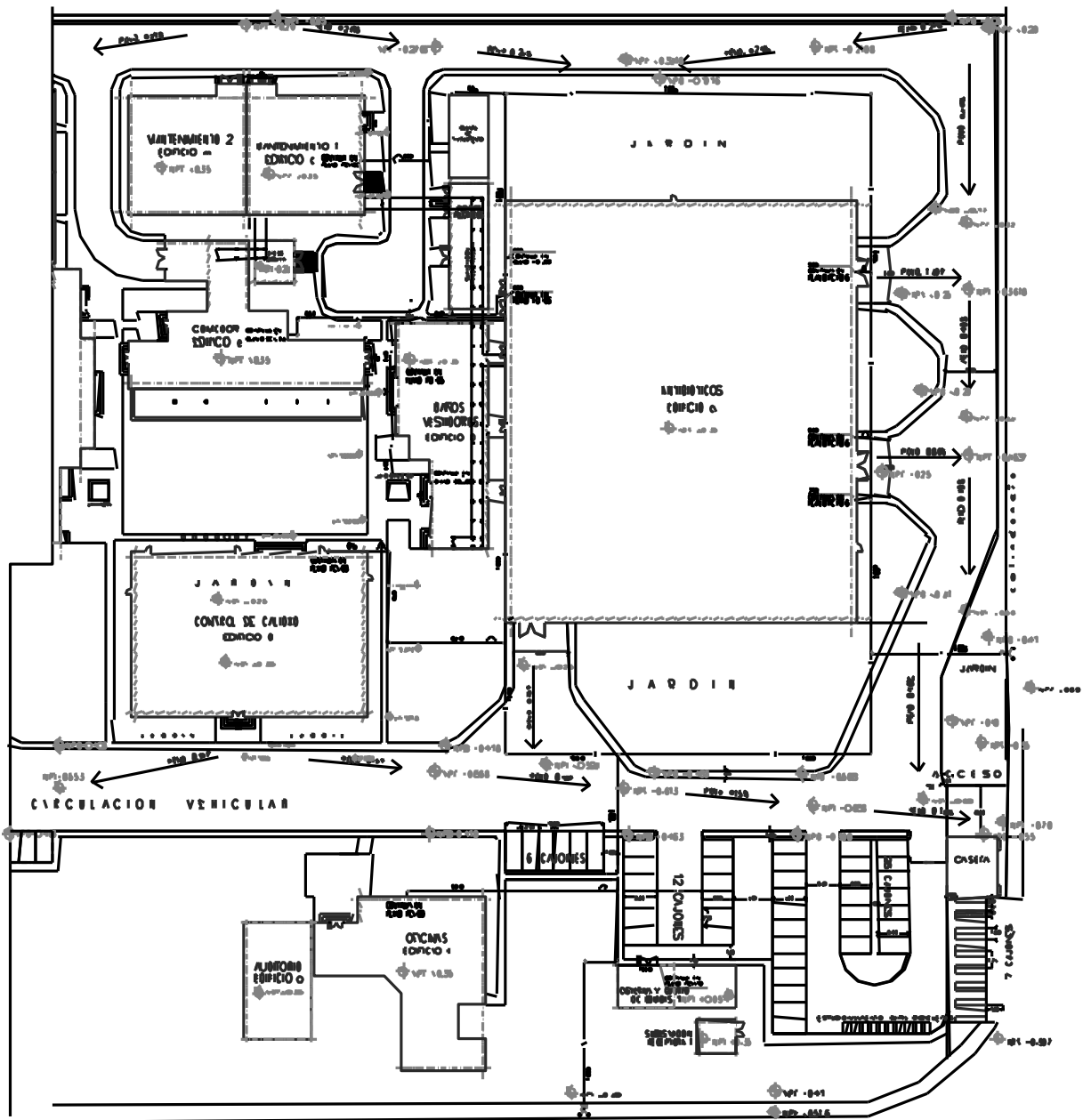


Figura 4.9 Croquis 4.4.1. Trazo de la red general (planta)

La red de protección contra incendio formará un anillo en el exterior de los edificios por lo que para determinar el gasto y las pérdidas asociadas a los dos gabinetes más altos y alejados se realizará un análisis utilizando el método de Hardy-Cross.

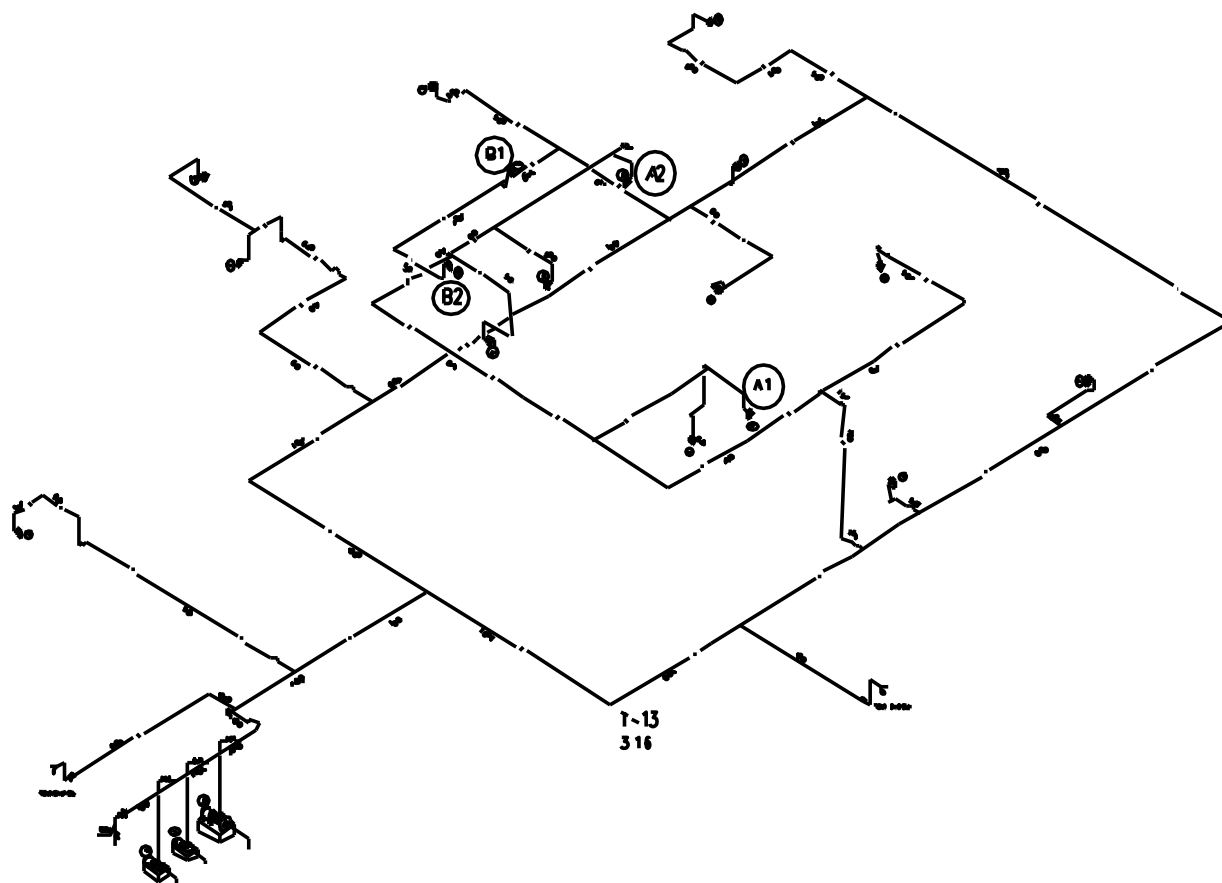


Figura 4.9 Diagrama 4.4.1
Red general de protección contra incendio (isométrico)

Cálculo de las pérdidas por fricción para los dos gabinetes más elevados:

El análisis de las pérdidas por fricción se realizará utilizando el método de Hardy-Cross. De acuerdo al diagrama general de la instalación de protección contra incendio 4.4.1 los gabinetes más altos del sistema son los que se identifican con las letras A1 Y A2, los tramos de tubería que forman la trayectoria sobre las cuales se calcularán las pérdidas por fricción para estos gabinetes son los siguientes: T-1, T-2, T-3, T-13, T-12, T-A1, T-A2, T-A3, T-A4.

Análisis del sistema por el método de Hardy-Cross:

Como primer paso, se suponen sentidos y cantidades de flujo en cada tubería, tomando en cuenta que los flujos entrantes y salientes en cada cruce deben ser iguales. Quedando el sistema como sigue en la figura 4.10 Diagrama 4.4.2:

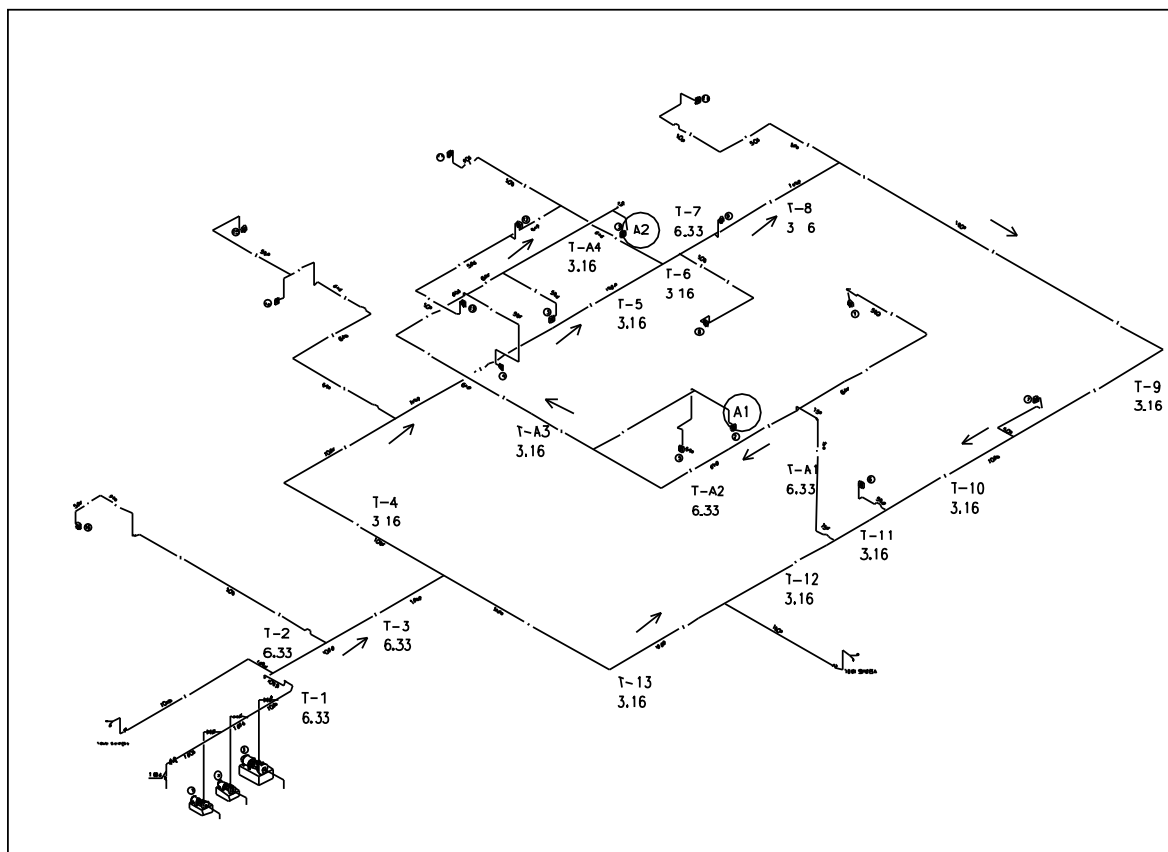


Figura 4.10 Diagrama 4.4.2
Red general de protección contra incendio con gastos y sentidos de flujo supuestos para los gabinetes más altos A1 y A2 (isométrico)

Una vez indicadas las direcciones y las magnitudes de los caudales se calculan las pérdidas por fricción para los diámetros seleccionados teniendo en cuenta el signo:

Cálculo de la primera corrección:

CALCULO DE LAS PERDIDAS POR FRICCION EN EL SISTEMA DE PCI UTILIZANDO EL METODO DE HARDY CROSS										
PRIMER CORRECCION										
TRAMO No	GASTO LPS	MAT DE LA TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL (mm)	VELOCIDA D (m /seg)	LONGITUD DE TUBERIA (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	LONGITUD DE CALCULO (m)	Hf %	Hf (m)	Hf/Q m /m3/min
T-4	3,16	GALV	100	0,385	35	6,10	41,10	0,230	0,095	0,499
T-5	3,16	GALV	100	0,385	60	2,13	62,13	0,230	0,143	0,754
T-6	3,16	GALV	100	0,385	3,7	2,13	5,83	0,230	0,013	0,071
T-7	3,16	GALV	100	0,385	6	2,13	8,13	0,230	0,019	0,099
T-8	3,16	GALV	100	0,385	25,4	2,13	27,53	0,230	0,063	0,334
T-9	3,16	GALV	100	0,385	85	9,14	94,14	0,230	0,217	1,143
T-10	3,16	GALV	100	0,385	26	2,13	28,13	0,230	0,065	0,341
T-11	3,16	GALV	100	0,385	9	2,13	11,13	0,230	0,026	0,135
T-12	-3,16	GALV	100	-0,385	23,5	2,13	25,63	-0,230	-0,059	0,311
T-13	-3,16	GALV	100	-0,385	56	9,14	65,14	-0,230	-0,150	0,791
									0,431	4,478
							$\Delta I =$	-0,052	m ³ /min	
								-0,868	l/seg	

Calculadas las pérdidas por fricción, se suman las pérdidas de las líneas integrantes solo del anillo y las pérdidas divididas por sus correspondientes caudales (última columna).

La corrección para la siguiente iteración es = -0.868 lps

El valor anterior se añade al gasto de cada tubería del anillo para posteriormente realizar un nuevo análisis y así obtener una nueva corrección, quedando como sigue:

Cálculo de la segunda corrección:

SEGUNDA CORRECCION										
TRAMO No	GASTO LPS	MAT DE LA TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL (mm)	VELOCIDA D (m /seg)	LONGITUD DE TUBERIA (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	LONGITUD DE CALCULO (m)	Hf %	Hf (m)	Hf/Q m /m3/min
T-4	2,292	GALV	100	0,279	35	6,10	41,10	0,127	0,052	0,380
T-5	2,292	GALV	100	0,279	60	2,13	62,13	0,127	0,079	0,574
T-6	2,292	GALV	100	0,279	3,7	2,13	5,83	0,127	0,007	0,054
T-7	2,292	GALV	100	0,279	6	2,13	8,13	0,127	0,010	0,075
T-8	2,292	GALV	100	0,279	25,4	2,13	27,53	0,127	0,035	0,254
T-9	2,292	GALV	100	0,279	85	9,14	94,14	0,127	0,120	0,870
T-10	2,292	GALV	100	0,279	26	2,13	28,13	0,127	0,036	0,260
T-11	2,292	GALV	100	0,279	9	2,13	11,13	0,127	0,014	0,103
T-12	-4,028	GALV	100	-0,490	23,5	2,13	25,63	-0,360	-0,092	0,382
T-13	-4,028	GALV	100	-0,490	56	9,14	65,14	-0,360	-0,235	0,972
									0,026	3,924
							$\Delta I =$	-0,004	m ³ /min	
								-0,060	l/seg	

Al igual que en la corrección anterior el valor obtenido -0.06 lps se añade al gasto de cada tubería de la tercera corrección. El procedimiento se repite hasta que las correcciones obtenidas son pequeñas. La aplicación de las correcciones finales resulta en la obtención de los caudales en la red compensada.

En algunos casos puede ocurrir que la dirección supuesta del caudal en alguna tubería sea incorrecta. En tal circunstancia, el método dará lugar a correcciones de magnitud superior al caudal original y en los cálculos sucesivos se producirá una inversión del sentido. Incluso cuando la suposición inicial de los caudales es muy deficiente, la convergencia de los resultados es generalmente rápida.

Cálculo de la tercera y cuarta corrección y para la succión y descarga de las bombas

TERCER CORRECCION										
TRAMO No	GASTO LPS	MAT DE LA TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL (mm)	VELOCIDAD (m / seg)	LONGITUD DE TUBERIA (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	LONGITUD DE CALCULO (m)	Hf %	Hf (m)	Hf/Q m /m3/min
T-4	2,232	GALV	100	0,272	35	6,10	41,10	0,121	0,050	0,371
T-5	2,232	GALV	100	0,272	60	2,13	62,13	0,121	0,075	0,561
T-6	2,232	GALV	100	0,272	3,7	2,13	5,83	0,121	0,007	0,053
T-7	2,232	GALV	100	0,272	6	2,13	8,13	0,121	0,010	0,073
T-8	2,232	GALV	100	0,272	25,4	2,13	27,53	0,121	0,033	0,249
T-9	2,232	GALV	100	0,272	85	9,14	94,14	0,121	0,114	0,850
T-10	2,232	GALV	100	0,272	26	2,13	28,13	0,121	0,034	0,254
T-11	2,232	GALV	100	0,272	9	2,13	11,13	0,121	0,013	0,101
T-12	-4,088	GALV	100	-0,498	23,5	2,13	25,63	-0,371	-0,095	0,387
T-13	-4,088	GALV	100	-0,498	56	9,14	65,14	-0,371	-0,241	0,984
									0,000	3,884
							$\Delta I =$	0,000	m ³ /min	
								0,000	l/seg	
CUARTA CORRECCION										
TRAMO No	GASTO LPS	MAT DE LA TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL (mm)	VELOCIDAD (m / seg)	LONGITUD DE TUBERIA (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	LONGITUD DE CALCULO (m)	Hf %	Hf (m)	Hf/Q m /m3/min
T-1	6,33	GALV	100	0,771	13	19,81	32,81	0,832	0,273	-
T-2	6,33	GALV	100	0,771	11	2,13	13,13	0,832	0,109	-
T-3	6,33	GALV	100	0,771	21	2,13	23,13	0,832	0,192	-
T-4	2,232	GALV	100	0,272	35	6,10	41,10	0,121	0,050	0,3712
T-5	2,232	GALV	100	0,272	60	2,13	62,13	0,121	0,075	0,5612
T-6	2,232	GALV	100	0,272	3,7	2,13	5,83	0,121	0,007	0,0527
T-7	2,232	GALV	100	0,272	6	2,13	8,13	0,121	0,010	0,0735
T-8	2,232	GALV	100	0,272	25,4	2,13	27,53	0,121	0,033	0,2487
T-9	2,232	GALV	100	0,272	85	9,14	94,14	0,121	0,114	0,8503
T-10	2,232	GALV	100	0,272	26	2,13	28,13	0,121	0,034	0,2541
T-11	2,232	GALV	100	0,272	9	2,13	11,13	0,121	0,013	0,1006
T-12	-4,088	GALV	100	-0,498	23,5	2,13	25,63	-0,371	-0,095	0,3873
T-13	-4,088	GALV	100	-0,498	56	9,14	65,14	-0,371	-0,241	0,9842
T-A1	6,33	GALV	75	1,327	10	14,75	24,75	3,126	0,774	2,0370
T-A2	6,33	GALV	64	2,049	34	5,61	39,61	9,002	3,565	9,3877
T-A3	3,16	GALV	64	1,023	50	4,27	54,27	2,490	1,351	7,1261
T-A4	3,16	GALV	50	1,460	24	7,25	31,25	5,916	1,849	9,7520
									0,000	3,884
							$\Delta I =$	0,000	m ³ /min	
								0,000	l/seg	

PERDIDAS EN SUCCION Y DESCARGA									
TRAMO No	GASTO LPS	MAT DE LA TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL (mm)	VELOCIDAD (m / seg)	LONGITUD DE TUBERIA (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	LONGITUD DE CALCULO (m)	Hf %	Hf (m)
SUCCION	6,330	GALV	64	2,049	3	15,48	18,48	9,002	1,664
DESCARGA	6,330	GALV	50	2,924	1,4	8,90	10,30	21,389	2,203

Como resultado del análisis anterior se encuentra que el sentido y volumen de los caudales considerados originalmente quedan como se indican en la cuarta corrección. Además de que la suma de las pérdidas por fricción en el anillo es cero, condición que se cumple de acuerdo a lo indicado por el método e indicativo de la convergencia de los cálculos realizados.

Las pérdidas por fricción en los tramos de tubería que forman la red hidráulica para los gabinetes más altos queda como sigue:

$$T-1+T-2 +T-3 + T-13 + T-12 + T-A1 + T-A2 + T-A3 + T-A4 + succión + descarga = 12.3 \text{ m}$$

La selección de diámetros de tubería se realiza basándose en el siguiente criterio:

Para tuberías matrices que alimenten dos o más hidrantes: serán de 64 mm (2 ½")

Para tuberías de ramales que alimenten a un solo hidrante: serán de 50 mm (2")

Debido a que las tuberías matrices que salen del cuarto bombas hasta los diferentes edificios exceden de 100 m de longitud de tubería, los diámetros resultaron mayores a los recomendados

Cálculo de las pérdidas por fricción para los dos gabinetes más alejados:

El análisis de las pérdidas por fricción se realizará utilizando también el método de Hardy-Cross. De acuerdo al diagrama general de la instalación de protección contra incendio 4.4.1 los gabinetes más alejados del suministro de agua al sistema son los que se identifican con las letras B1 Y B2, los tramos de tubería que forman la trayectoria sobre las cuales se calcularán las pérdidas por fricción para estos gabinetes son los siguientes: T-1, T-2, T-3, T-4, T-5, T-B1, T-B2, T-B3

Análisis del sistema por el método de Hardy-Cross:

Como primer paso se suponen sentidos y cantidades de flujo en cada tubería, tomando en cuenta que los flujos entrantes y salientes en cada cruce deben ser iguales. Quedando el sistema como sigue en la figura 4.10 Diagrama 4.4.3:

Una vez indicadas las direcciones y las magnitudes de los caudales se calculan las pérdidas por fricción para los diámetros seleccionados teniendo en cuenta el signo:

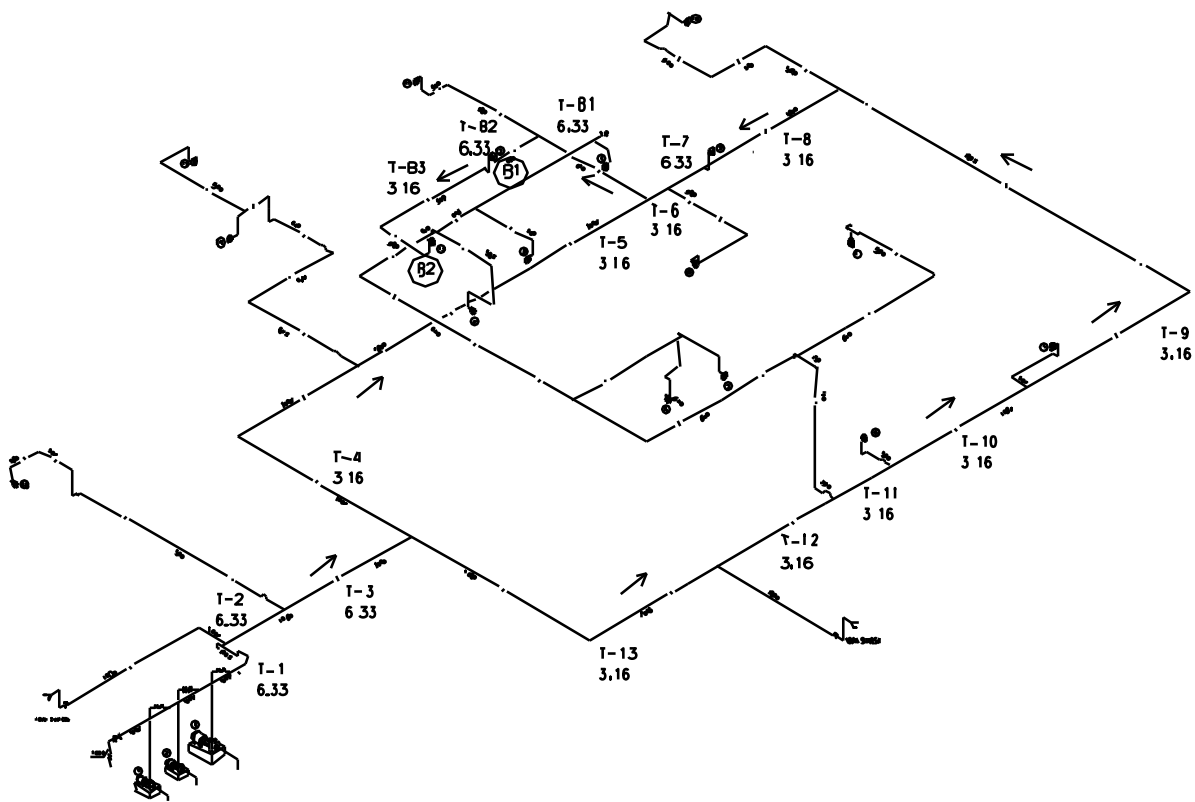


Figura 4.10 Diagrama 4.4.3
Red general de protección contra incendio con gastos y sentidos de flujo supuestos para los gabinetes más lejanos B1 y B2 (isométrico)

Cálculo de la primera corrección:

CALCULO DE LAS PERDIDAS POR FRICCIÓN EN EL SISTEMA DE PCI UTILIZANDO EL METODO DE HARDY CROSS										
PRIMER CORRECCION										
TRAMO No	GASTO LPS	MAT DE LA TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL (mm)	VELOCIDAD (m / seg)	LONGITUD DE TUBERIA (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	LONGITUD DE CALCULO (m)	Hf %	Hf (m)	Hf/Q m³/m3/min
T-4	3,16	GALV	100	0,385	35	6,10	41,10	0,230	0,095	0,499
T-5	3,16	GALV	100	0,385	60	2,13	62,13	0,230	0,143	0,754
T-6	-3,16	GALV	100	-0,385	3,7	2,13	5,83	-0,230	-0,013	0,071
T-7	-3,16	GALV	100	-0,385	6	2,13	8,13	-0,230	-0,019	0,099
T-8	-3,16	GALV	100	-0,385	25,4	2,13	27,53	-0,230	-0,063	0,334
T-9	-3,16	GALV	100	-0,385	85	9,14	94,14	-0,230	-0,217	1,143
T-10	-3,16	GALV	100	-0,385	26	2,13	28,13	-0,230	-0,065	0,341
T-11	-3,16	GALV	100	-0,385	9	2,13	11,13	-0,230	-0,026	0,135
T-12	-3,16	GALV	100	-0,385	23,5	2,13	25,63	-0,230	-0,059	0,311
T-13	-3,16	GALV	100	-0,385	56	9,14	65,14	-0,230	-0,150	0,791
									-0,374	4,478
							$\Delta I =$	0,045	m³/min	
								0,752	l/seg	

Calculadas las pérdidas por fricción se suman las pérdidas de las líneas integrantes solo del anillo y las pérdidas divididas por sus correspondientes caudales (última columna).

La corrección para la siguiente iteración es = 0.752 lps

El valor anterior se añade al gasto de cada tubería de ese anillo para posteriormente realizar un nuevo análisis y así obtener una nueva corrección, quedando como sigue:

Cálculo de la segunda corrección:

SEGUNDA CORRECCION										
TRAMO No	GASTO LPS	MAT DE LA TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL (mm)	VELOCIDAD (m / seg)	LONGITUD DE TUBERIA (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	LONGITUD DE CALCULO (m)	Hf %	Hf (m)	Hf/Q m ³ /min
T-4	3,912	GALV	100	0,476	35	6,10	41,10	0,342	0,140	0,598
T-5	3,912	GALV	100	0,476	60	2,13	62,13	0,342	0,212	0,904
T-6	-2,408	GALV	100	-0,293	3,7	2,13	5,83	-0,139	-0,008	0,056
T-7	-2,408	GALV	100	-0,293	6	2,13	8,13	-0,139	-0,011	0,078
T-8	-2,408	GALV	100	-0,293	25,4	2,13	27,53	-0,139	-0,038	0,265
T-9	-2,408	GALV	100	-0,293	85	9,14	94,14	-0,139	-0,131	0,907
T-10	-2,408	GALV	100	-0,293	26	2,13	28,13	-0,139	-0,039	0,271
T-11	-2,408	GALV	100	-0,293	9	2,13	11,13	-0,139	-0,015	0,107
T-12	-2,408	GALV	100	-0,293	23,5	2,13	25,63	-0,139	-0,036	0,247
T-13	-2,408	GALV	100	-0,293	56	9,14	65,14	-0,139	-0,091	0,628
									-0,017	4,062
							$\Delta I =$	0,002	m ³ /min	
								0,038	l/seg	

Al igual que en la corrección anterior el valor obtenido 0.038 lps se añade al gasto de cada tubería de la tercera corrección.

Cálculo de la tercera corrección

TERCER CORRECCION										
TRAMO No	GASTO LPS	MAT DE LA TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL (mm)	VELOCIDAD (m / seg)	LONGITUD DE TUBERIA (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	LONGITUD DE CALCULO (m)	Hf %	Hf (m)	Hf/Q m ³ /min
T-4	2,232	GALV	100	0,272	35	6,10	41,10	0,121	0,050	0,371
T-5	2,232	GALV	100	0,272	60	2,13	62,13	0,121	0,075	0,561
T-6	2,232	GALV	100	0,272	3,7	2,13	5,83	0,121	0,007	0,053
T-7	2,232	GALV	100	0,272	6	2,13	8,13	0,121	0,010	0,073
T-8	2,232	GALV	100	0,272	25,4	2,13	27,53	0,121	0,033	0,249
T-9	2,232	GALV	100	0,272	85	9,14	94,14	0,121	0,114	0,850
T-10	2,232	GALV	100	0,272	26	2,13	28,13	0,121	0,034	0,254
T-11	2,232	GALV	100	0,272	9	2,13	11,13	0,121	0,013	0,101
T-12	-4,088	GALV	100	-0,498	23,5	2,13	25,63	-0,371	-0,095	0,387
T-13	-4,088	GALV	100	-0,498	56	9,14	65,14	-0,371	-0,241	0,984
									0,000	3,884
							$\Delta I =$	0,000	m ³ /min	
								0,000	l/seg	

y finalmente la cuarta corrección:

CUARTA CORRECCION										
TRAMO No	GASTO LPS	MAT DE LA TUBERIA	DIAMETRO NOMINAL (mm)	VELOCIDAD (m / seg)	LONGITUD DE TUBERIA (m)	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	LONGITUD DE CALCULO (m)	Hf %	Hf (m)	Hf/Q m /m ³ /min
T-1	6,33	GALV	100	0,771	13	19,81	32,81	0,832	0,273	-
T-2	6,33	GALV	100	0,771	11	2,13	13,13	0,832	0,109	-
T-3	6,33	GALV	100	0,771	21	2,13	23,13	0,832	0,192	-
T-4	2,232	GALV	100	0,272	35	6,10	41,10	0,121	0,050	0,3712
T-5	2,232	GALV	100	0,272	60	2,13	62,13	0,121	0,075	0,5612
T-6	2,232	GALV	100	0,272	3,7	2,13	5,83	0,121	0,007	0,0527
T-7	2,232	GALV	100	0,272	6	2,13	8,13	0,121	0,010	0,0735
T-8	2,232	GALV	100	0,272	25,4	2,13	27,53	0,121	0,033	0,2487
T-9	2,232	GALV	100	0,272	85	9,14	94,14	0,121	0,114	0,8503
T-10	2,232	GALV	100	0,272	26	2,13	28,13	0,121	0,034	0,2541
T-11	2,232	GALV	100	0,272	9	2,13	11,13	0,121	0,013	0,1006
T-12	-4,088	GALV	100	-0,498	23,5	2,13	25,63	-0,371	-0,095	0,3873
T-13	-4,088	GALV	100	-0,498	56	9,14	65,14	-0,371	-0,241	0,9842
T-A1	6,33	GALV	75	1,327	10	14,75	24,75	3,126	0,774	2,0370
T-A2	6,33	GALV	64	2,049	34	5,61	39,61	9,002	3,565	9,3877
T-A3	3,16	GALV	64	1,023	50	4,27	54,27	2,490	1,351	7,1261
T-A4	3,16	GALV	50	1,460	24	7,25	31,25	5,916	1,849	9,7520
									0,000	3,884
							$\Delta l =$	0,000	m ³ /min	
								0,000	l/seg	

Las pérdidas por fricción en los tramos de tubería que forman la red hidráulica para los gabinetes más lejanos queda como sigue:

$$T-1+T-2 +T-3 + T-4 + T-5 + T-B1 + T-B2 + T-B3 + succión + descarga = 9.7 \text{ m}$$

Resumen de las pérdidas por fricción calculadas:

Para el gabinete más desfavorable de los dos más elevados 12.3 m

Para el gabinete más desfavorable de los dos más lejanos 9.7 m

4.6. Cálculo de la capacidad de los equipos

Los equipos con que contará el sistema de protección contra incendio serán un grupo de tres bombas centrífugas horizontales ubicadas sobre la cisterna en la casa de bombas del laboratorio.

Las características principales que deberán tener las bombas de acuerdo a la AMIS son:

Ser de uso exclusivo del sistema contra incendio.

Dos bombas, una accionada por motor eléctrico y la otra por motor de combustión interna.

Podrán ser verticales de tipo turbina o bien horizontales del tipo cebadas o autocebantes.

Poder rendir 150% de su capacidad normal a no menos del 65 % de la carga total.

La altura de la succión no deberá exceder de 4.5 m (para evitar problemas de cavitación)

Será necesario instalar una bomba Jockey para mantener presurizada la red.

Además de las características anteriores, las bombas deberán ser aprobadas y las tuberías de succión y descarga deberán cumplir con lo establecido por las normas en cuanto a su dimensionamiento y accesorios necesarios.

Capacidad de las bombas principales

Cada bomba deberá de ser capaz de proporcionar:

$$H = \pm h_{es} + h_e + h_{fd} + h_{op}$$

Donde:

h_{es} = Carga o altura estática en la succión de la bomba, en metros

h_e = Carga o altura estática desde la descarga de la bomba hasta la válvula angular del gabinete más desfavorable, en metros.

h_{fd} = Carga o pérdidas por fricción en la tubería de descarga (desde la descarga de la bomba hasta el gabinete más desfavorable), en metros

h_{op} = Carga de operación de los gabinetes, en metros

Carga para los dos gabinetes más elevados.

$$h_{es} = 2.0 \text{ m}$$

$$h_e = 7.7 \text{ m}$$

$$h_{fd} = 12.3 \text{ m}$$

$$h_{op} = h_v + h_m + h_{ch} + h_s$$

Donde.

h_v = carga debida a la fricción en la válvula angular = 1.6

h_m = carga debida a la fricción en la manguera = 6 m

h_{ch} = carga debida a la fricción en el chiflón = 1.2 m

(los valores anteriores fueron obtenidos de los datos proporcionados por el fabricante)

h_s = carga o presión necesaria a la salida del chiflón = 35 m

$$h_{op} = 1.6 + 6 + 1.2 + 35 = 43.8 \text{ m}$$

$$H_1 = 2.0 + 7.7 + 12.3 + 43.8 = 65.8 \text{ m}$$

Carga para los dos gabinetes más lejanos.

$$h_{es} = 2.0 \text{ m}$$

$$h_e = 2.6 \text{ m}$$

$$h_{fd} = 9.7 \text{ m}$$

$$h_{op} = h_v + h_m + h_{ch} + h_s = 43.8$$

$$H_2 = 2.0 + 2.6 + 9.7 + 43.8 = 58.1 \text{ m}$$

Las bombas a seleccionar deberán de ser capaces de proporcionar la carga máxima requerida, es decir:

$$H_1 = 65.8 \text{ m (215.82 ft)}$$

A un gasto de 6.3 lps (100 gpm)

Selección de los equipos de bombeo.

Bomba principal con motor eléctrico

La bomba será de la marca AURORA serie 340-360 tipo 341 ver figura 4.11, en la figura 4.12 se muestra la curva de operación de la bomba seleccionada.

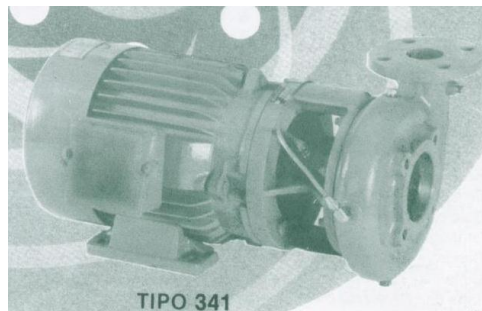


Figura 4.11. Bomba seleccionada con motor eléctrico

Section **340/360** Page **406**
Date **January 2001**

Supersedes Section 340/360 Page 406
Dated January 1986

1-1/2 X 2 X 9C SERIES 340 OR 360 ENCLOSED IMPELLER

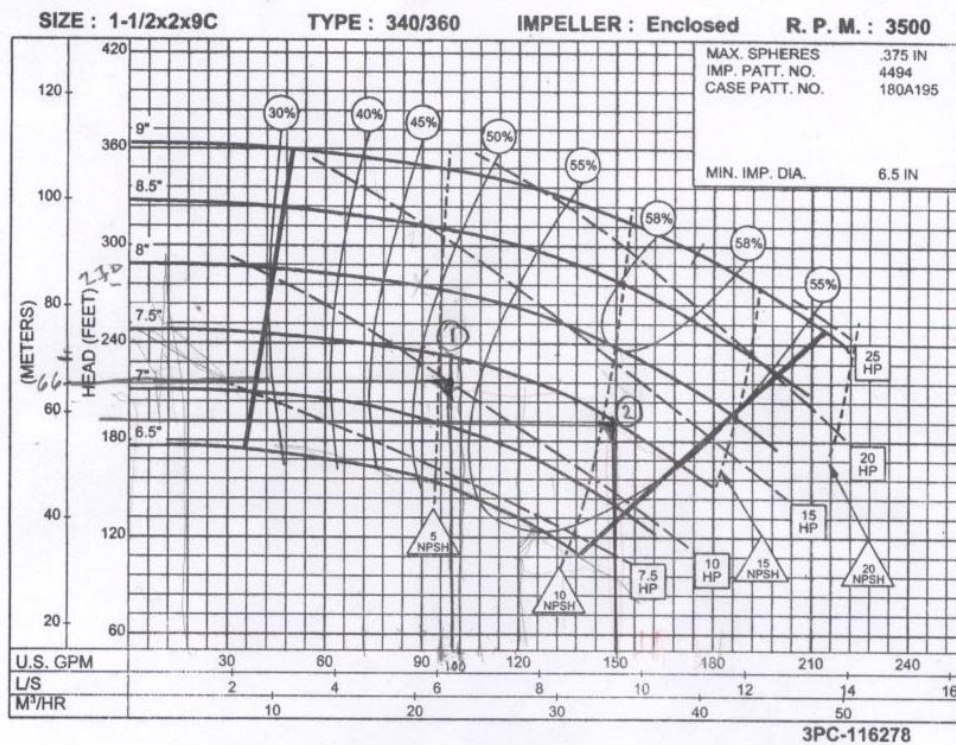


Figura 4.12. Curva de operación de la bomba seleccionada

Sobre la curva de operación de la bomba figura 4.12 se indican en el punto número 1 la presión y gasto que debe proporcionar la bomba y sobre el punto 2, las condiciones adicionales requeridas de acuerdo a la norma (la bomba deberá de ser capaz de proporcionar el 150 % del gasto a no menos del 65 % de la carga calculada), esta bomba tendrá un motor de 15 HP A 220/3/60 a 3500 rpm, con impulsor de 7.5.“

Bomba con motor de combustión interna:

Esta tendrá las mismas características que la bomba anterior, pero estará acoplada a un motor de combustión a diesel marca LISTER PETER modelo. LPFW210 de 20 HP a 3500 RPM a.n.m, ver figura 4.13



Figura 4.13. Bomba seleccionada con motor diesel

Bomba sostenedora de presión o Jockey

Para la selección de esta bomba se considera como criterio de diseño que el gasto a manejar deberá ser del 4% del gasto máximo del sistema y para trabajar en los siguientes rangos de presión:

$$\text{Gasto} = 0.04 \times 6.3 \text{ lps} = 0.252 \text{ lps} = 4 \text{ gpm}$$

$$P \text{ arranque} = 5.6 - 0.7 \text{ kg/cm}^2 = 4.9 \text{ kg/cm}^2$$

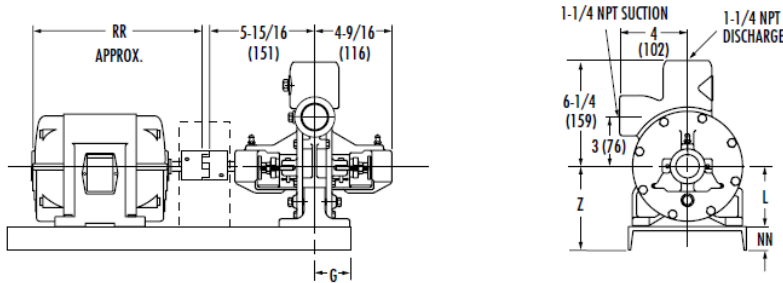
$$P \text{ paro} = 5.6 + 1.4 \text{ kg/cm}^2 = 7 \text{ kg/cm}^2$$

La bomba seleccionada será de la marca Aurora tipo turbina regenerativa de una etapa modelo C4 DE 2 HP A 220/3/60 y 3500 rpm

**AURORA 114A SERIES
TYPE 4R AND 4RS**
SINGLE STAGE APCO PUMPS
ON STEEL BASE

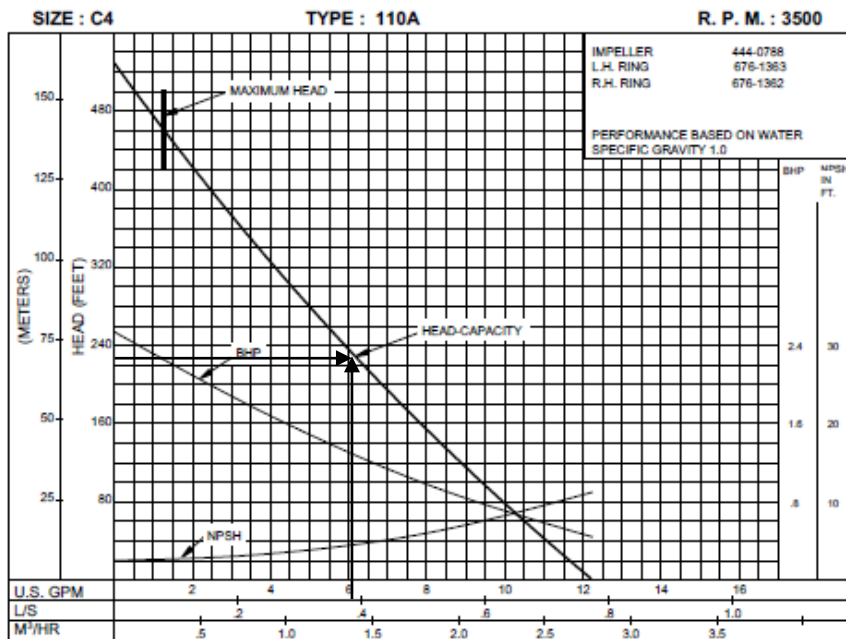
Section **110** Page **251**
Date **MARCH 2004**
Supersedes Section 110 Page 251
Dated JULY 1999

PUMP MODELS	A35	A4	B4	C4	D4	E4	F4	G4	H4	I4	I4A
-------------	-----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----



Section **110** Page **404**
Date **January 2001**
Supersedes Section 110 Page 404
Dated November 1993

1-1/4 x 1-1/4 x 4 SERIES 110A
SINGLE STAGE



Secuencia de operación y presiones de operación de las bombas.

PRESIÓN ESTÁTICA DEL SISTEMA	7.0 Kg/cm ²
BOMBA JOCKEY.	
Presión de arranque	5.5 Kg/cm ²
Presión de paro	7.0 Kg/cm ²
BOMBA ELÉCTRICA.	
Presión de arranque	4.0 Kg/cm ²
Presión de paro	5.5 Kg/cm ²
BOMBA CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA.	
Presión de arranque	3.0 Kg/cm ²
Presión de paro	6.5 Kg/cm ²

4.7 Resumen de resultados

Gabinetes por edificio:

Producción:	9
Cuarto de máquinas:	1
Oficinas:	1
Control de calidad:	2
Baños y vestidores	2
Comedor y cocina	1
Total:	16

Material utilizado en las tuberías: Acero galvanizado

Diámetro de tubería del cabezal principal:	100 mm
Diámetro de tubería para alimentar a un gabinete:	50 mm
Diámetro de tubería para alimentar a dos gabinetes:	64 mm
Diámetro de la toma siamesa	100 mm
Número de tomas siamesas:	2
Diámetro de la descarga de la bomba principal	50 mm
Diámetro de la succión de la bomba principal	64 mm

Tipo de succión en las bombas: negativa

Volumen de agua requerido en la cisterna	43.86 m ³
Volumen de agua disponible en la cisterna	193.73 m ³

Gasto por gabinete:	190 lpm = 50 gpm
Presión mínima en la descarga de cada gabinete	3.5 kg/cm ²

Gasto total requerido por el sistema:	380 lpm = 100 gpm
CDT	65.8 m (215.82 ft)

Potencia de la bomba eléctrica seleccionada:	15 HP
Potencia bomba con motor de combustión interna:	20 HP
Potencia bomba jockey:	2 hp

Lista de planos elaborados:

- PCI-01 instalación de PCI Planta de Conjunto
- PCI-02 instalación de PCI Isométrico de Conjunto y Detalles
- PCI-03 instalación de PCI Edificio de Mantenimiento
- PCI-04 instalación de PCI Comedor y Cocina
- PCI-05 instalación de PCI Baños y Vestidores
- PCI-06 instalación de PCI Planta Baja Producción
- PCI-07 instalación de PCI Mezanine Producción
- PCI-08 instalación de PCI Control de Calidad
- PCI-09 instalación de PCI Oficinas
- PCI-10 instalación de PCI Cuarto de Bombas

El estudio de este caso no contempla el análisis económico, normalmente lo que se entrega para estos efectos es un catálogo de conceptos con cantidades de materiales, análisis de precios unitarios y finalmente un presupuesto base.

5. Análisis de resultados.

Los resultados obtenidos con base en los análisis efectuados, se concentraron en los planos PCI-01, PCI-02, PCI-03, PCI-04, PCI-05, PCI-06, PCI-07, PCI-08, PCI-09, PCI-10 que se enlistan en el anexo 9.3 y se comentan a continuación; se encuentran en versión electrónica en los archivos *.pdf que se adjuntan a este trabajo.

En el plano PCI-01 se indican las trayectorias en planta de la red general. Esta comienza en el cuarto de bombas y se conduce de manera subterránea hacia el edificio de oficinas y antibióticos donde forma un anillo de distribución con tuberías de 100 mm de diámetro en el perímetro del edificio. De esta red en forma anular salen derivaciones hacia los demás edificios con tuberías de 64 y 50 mm de diámetro, además conecta a una de las tomas siamesas que se encuentra ubicada sobre la fachada del conjunto.

La red general y sus derivaciones son de acero galvanizado y llevan un recubrimiento de cinta poliken para disminuir los efectos de la corrosión en la tubería.

Al llegar al edificio de oficinas, plano PCI-09, la tubería que se conduce enterrada sube hacia el plafón por el interior del edificio en forma visible. Se conduce por el plafón hasta llegar a un costado de los baños donde se encuentra ubicado un gabinete empotrado en el muro que da frente al cuarto de comunicación.

El edificio de antibióticos cuenta con cinco derivaciones de la red general que lo rodea, cuatro de ellas son de 50 mm de diámetro y se conducen enterradas para alimentar a los gabinetes ubicados en la planta baja, plano PCI-06, la derivación restante es de 75 mm de diámetro y sube hacia el mezzanine, plano PCI-07, para formar una red sobre el rack de tuberías; de ésta salen 3 derivaciones de 50 mm para alimentar a los gabinetes de este nivel y una de 64 mm para alimentar dos gabinetes, uno en este nivel, y el segundo en la planta baja. Para llegar a este último gabinete, la tubería cruza la loza y se conduce por el plafón hasta llegar al gabinete ubicado entre los ejes 4 y G de planta baja.

Del anillo de distribución se deriva una tubería de 64 mm de diámetro hacia control de calidad, plano PCI-08, al llegar a este edificio la tubería se divide en dos de 50 mm y continúan por el piso hasta llegar a dos gabinetes ubicados uno de ellos entre los ejes 3 y A y el otro entre 1 y B.

Otra de las derivaciones que salen del anillo de 64 mm sirve para alimentar a baños y vestidores y el comedor, para el primero, plano PCI-05, la tubería continúa de 64 mm enterrada hasta llegar a los accesos de los sanitarios de hombres y mujeres donde se encuentran instalados por zona, un gabinete para cada una.

Para la cocina, plano PCI-04, después de alimentar a los baños, la tubería se reduce a 50 mm de diámetro y llega hasta un gabinete colocado a un costado del acceso.

En el edificio de mantenimiento, plano PCI-03, se encuentra instalado un gabinete justo a un costado del acceso principal, éste es alimentado mediante una tubería de 50 mm de diámetro que sale del anillo de distribución.

Adicional a los planos de planta antes mencionados, se agrega el plano PCI-02 que contiene un isométrico general de la instalación y algunos detalles de alimentación a los gabinetes.

Por último, en el plano PCI-10 que corresponde a la casa de máquinas, se muestra el arreglo de los equipos de bombeo de PCI y del sistema general hidráulico, además, se indican las especificaciones de los equipos seleccionados.

Algunas Observaciones entre el Proyecto y la Ejecución del mismo.

Una vez terminada la obra se realizó una visita para verificar las condiciones en las que quedaron las instalaciones, obteniéndose entre otras, las siguientes imágenes donde se muestra el arreglo final de las instalaciones proyectadas en el cuarto de máquinas; existen algunas deferencias con respecto a lo proyectado que a continuación se detallan.



Vista frontal de las válvulas de prueba sobre cabezal de descarga

Observación: las válvulas angulares cerca de la descarga de las bombas que establece la AMIS quedaron de cabeza, ya que normalmente este tipo válvulas se instalan con la posición del volante hacia arriba o de forma lateral, la conexión actual tendrá el inconveniente de que al conectarle las mangueras para probar el sistema, el cierre y la apertura de las válvulas será algo incomodo.



Vista frontal de la descarga de la bomba con motor de combustión interna

En esta fotografía se aprecia aguas abajo de la descarga de la bombas, la tubería para el cebado de la bomba, ésta se encarga de mantener en el tiempo en que no opere la bomba, llena la succión de la bomba para que en sus arranques programados ordenados por el tablero de control, no trabaje en vacío, evitando con ello problemas ocasionados por sobrecalentamiento.

La tubería más angosta ubicada aguas arriba de la brida de descarga es la salida para un manómetro con carátula de dos pulgadas con rango de operación de 0 - 11 kg/cm², la observación en este caso es que esta salida debe de ubicarse después de la válvula check ya que la presión que registra cuando la bomba no opera es la correspondiente al equipo hidroneumático que es de donde se obtiene el agua para el cebado de la bomba, razón por la cual resulta complicado el calibrar las presiones de arranque y paro de las bombas ya que las presiones no son las correspondientes a las registradas en las tuberías del sistema



Succión tipo para las bombas de PCI

Según las especificaciones generales del proyecto de instalaciones, las conexiones bridadas sólo se utilizarían en las tuberías de 64 mm de diámetro y mayores, en este caso como se aprecia, se cumple con el requerimiento, sólo que existe un exceso de conexiones bridadas debido a una mala planeación en la elaboración de la instalación: además la válvula instalada es de compuerta con el vástago fijo, según las especificaciones del plano, ésta debería ser de vástago saliente para que se apreciara de forma rápida la apertura de la válvula.



Tableros de control y descarga tipo de bombas de PCI

Al fondo de esta fotografía se observan los tableros de control para cada una de las bombas y a un costado de éstos, sus interruptores de presión y del lado izquierdo del primer tablero, un manómetro de las mismas características al instalado en la descarga de las bombas; el primer manómetro es el que en realidad esta midiendo la presión en el sistema debido a lo comentado en la fotografía No. 2. En la descarga de la bomba al igual que en las succiones existen conexiones que pudieron evitarse mediante una planeación adecuada en el armado de las tuberías.

6. Conclusiones.

6.1.- Normatividad.

Al principio del presente trabajo se presentaron algunas normas y artículos de las normas vigentes para este tipo de sistemas; como se observó, éstas en su conjunto son complementarias. Aunque en México existen algunas asociaciones encargadas de emitir normas para regular en cierta medida los sistemas de protección contra incendio, todavía no se genera una reglamentación única que se encargue de reunir los aspectos técnicos suficientes para conducir de buena forma la elaboración de proyectos y obras de protección contra incendio. En la siguiente tabla se detallan los distintos criterios que se emplean en la elaboración de este tipo de proyectos:

SISTEMAS DE HIDRANTES

	NFPA 14	AMIS ¹	RCDF ²	NTCDYEOIH ³	NTCPA ⁴
TIPOS DE SISTEMAS	SISTEMA CLASE I SISTEMA CLASE II SISTEMA CLASE III	GABINETES CHICOS GABINETES MEDIANOS GABINETES GRANDES	MAGUERAS DE 38 MM DE DIAMETRO Y 30 M DE LONGITUD	NO DICE	MAGUERAS DE 38 MM DE DIAMETRO Y 30 M DE LONGITUD
GASTO POR GABINETE	SISTEMA CLASE I = 250 GPM SISTEMA CLASE II = 100 GPM SISTEMA CLASE III = 250 GPM	GABINETES CHICOS = 35 GPM GABINETES MEDIANOS = 60 GPM GABINETES GRANDES = 160 GPM	NO DICE	45 GPM	NO DICE
GABINETES EN USO SIMULTANEO	SISTEMA CLASE I = 2 SISTEMA CLASE II = 1 SISTEMA CLASE III = 2	GABINETES CHICOS = 2 GABINETES MEDIANOS = 2 GABINETES GRANDES = 2	NO DICE	2500-5000M ² = 2 GABINETES 5000-7500M ² = 3 GABINETES MAS DE 7500M ² = 4 GABINETES	2 GABINETES
TIEMPO DE USO DE LOS GABINETES	SISTEMA CLASE I = 30 MIN SISTEMA CLASE II = 30 MIN SISTEMA CLASE III = 30 MIN	GABINETES CHICOS = 1-2 HORAS GABINETES MEDIANOS = 1-2 HORAS GABINETES GRANDES = 1-2 HORAS	NO DICE	NO DICE	NO DICE
PRESION EN LA SALIDA DE LA VALVULA ANGULAR	SISTEMA CLASE I = 6,9 kg/cm ² SISTEMA CLASE II = 4,5 kg/cm ² SISTEMA CLASE III = 6,9 kg/cm ²	GABINETES CHICOS = 1,75 kg/cm ² incendios clase A y 3,5 kg/cm ² incendios clase B y C GABINETES MEDIANOS = 2,1 kg/cm ² incendios clase A y 3,5 kg/cm ² incendios clase B y C GABINETES GRANDES = 2,1 kg/cm ² incendios clase A y 3,5 kg/cm ² incendios clase B y C	4,2 kg/cm ²	4,2 kg/cm ²	2,5 - 4,2 kg/cm ²
RESERVA DE AGUA EN LA CISTERNA	SISTEMA CLASE I = 500GPMX30MIN SISTEMA CLASE II = 100GPMX30MIN SISTEMA CLASE III = 500GPMX30MIN	GABINETES CHICOS = 35 GPM X2HRS GABINETES MEDIANOS = 60 GPM X2HRS GABINETES GRANDES = 160 GPM X2HRS	5 lt/m ² , como minimo 20 000 litros	5 lt/m ² , como minimo 20 000 litros	5 lt/m ² , como minimo 20 000 litros

1.- ASOCIACION MEXICANA DE INSTITUCIONES DE SEGUROS

2.- REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL

3.- NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DISEÑO Y EJECUCION DE OBRAS E INSTALACIONES HIDRAULICAS

4.- NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA EL PROYECTO ARQUITECTONICO

Como se observa, existen diferencias importantes que en algunas ocasiones suelen llevar a soluciones sobredimensionadas por lo cual y como recomendación, se sugiere platicar con el propietario, protección civil, la compañía aseguradora a contratar, y en su caso, con el director responsable de la obra (DRO) para llegar a un sistema adecuado.

Aunque los artículos citados al principio son un resumen de los aspectos fundamentales para el diseño de este tipo de sistemas, no son técnicamente completas si se les compara con las emitidas por la NFPA en la que se basan la mayoría de las instituciones para su reglamentación.

Este tipo de instalaciones representan inversiones significativas. En México, la mayoría de las empresas extranjeras cuentan con sistemas más completos para el combate de incendios, como los sistemas de rociadores y sistemas de inundación mediante gases, sobrepasando los requerimientos establecidos por el reglamento de construcciones y obteniendo con ello beneficios económicos al reducir sus cuotas de

seguro, además de obtener reconocimiento internacional como en el caso de hoteles por agencias de viaje.

Es importante mencionar que los encargados de supervisar las instalaciones, en algunos casos son arquitectos, para lo cual deben conocer algunos aspectos fundamentales en este tipo de instalaciones para evitar problemas como el que a continuación se describe:

En el desarrollo de la instalación de protección contra incendio del laboratorio, las tomas siamesas que se especificaron se compraron en el Distrito Federal en un establecimiento que ofrecía los materiales a costos francamente bajos, éstas se instalaron como se sabe en Lerma Edo. de México, pero al acudir el personal del cuerpo de bomberos a solicitud del Laboratorio, se encontró que la cuerda de estas tomas eran distintas a las que se encontraban instaladas en las mangueras de sus camiones situación que en el caso de ocurrir algún incendio no iba a ser posible contar con dicha conexión del cuerpo de bomberos.

Tomando en cuenta que en nuestro país aun no existe una cultura sobre la protección civil en el caso específico del combate a incendios (ya que todo este trabajo recae sobre el cuerpo de bomberos), las empresas erróneamente solo cumplen con los requisitos mínimos para la protección contra incendios exigidos por el reglamento de construcciones del Distrito Federal y en algunas ocasiones, dada la poca claridad en las normas, se interpretan de tal forma que se puede llegar a evitar la instalación de este tipo de sistemas. De acuerdo a protección civil solo el 5% de las empresas cumplen con lo indicado en las normas relativas a la prevención y combate de incendios, y en algunas empresas que cuentan con la instalación de gabinetes, el personal no está capacitado para poder manipular los equipos, razón por la cual se debería adoptar una reglamentación más detallada y estricta, además de mantener un compromiso permanente por parte de las empresas para la capacitación y realización de simulacros, así como un apego verdadero al programa interno de Protección Civil; es verdad que estos sistemas se proyectan e instalan para no ser utilizados, sin embargo, como parte de una cultura de protección y prevención nunca salen sobrando.

6.2.- Análisis y consideraciones.

Los cálculos son relativamente simples, sólo se deben tener en cuenta las limitaciones que las ecuaciones utilizadas representan al momento de manipularlas.

Sin bien es cierto que pueden emplearse otras ecuaciones para el cálculo de las pérdidas por fricción, como la ecuación de Darcy, la práctica general en estos sistemas es la utilización de la ecuación de Hazen – Williams la cual es útil por la obtención rápida de los resultados en los análisis de la caídas de presión, además de que si se les compara con otros datos, por ejemplo los que vienen impresos en nomogramas o tablas de pérdidas por fricción proporcionadas por distribuidores de tuberías y equipos, éstas no presentan diferencias significativas entre los resultados.

Otro de los métodos utilizados para la evaluación de los flujos y las caídas de presión es el método de Hardy - Cross. El cual se empleó en una de sus formas.

Se debe tener cuidado con la presión registrada en los gabinetes más cercanos al sistema de bombeo ya que ésta puede elevarse a valores fuera de los límites en los cuales el personal no pueda manipular las mangueras. En este caso se deberán instalar restrictores de flujo en la salida de la válvula angular para disminuir la presión, los restrictores de que se habla, se calculan como placas de orificio.

Además de considerar las recomendaciones de las normas para el dimensionamiento de sistemas, en algunas ocasiones resulta que los requerimientos son mayores a los especificados en las normas. Se deberá tener en cuenta estas situaciones para la correcta selección de los equipos de bombeo.

Es importante recordar que en la elaboración de este tipo de instalaciones y en general en toda instalación hidráulica ya sea preferentemente desde el proyecto, o bien, en el transcurso de la obra hay

que considerar espacios adecuados para conducir las redes de tuberías y accesorios ya que generalmente la parte arquitectónica no los considera, por lo que es necesario desde el momento de la recepción de los planos arquitectónicos, su revisión en conjunto con el objetivo de encontrar los espacios trayectorias y estructuras sobre las cuales se soportarán, y en general si es posible su independencia con otros sistemas que compliquen desde un inicio su instalación y su posible mantenimiento.

Si bien es cierto la revisión y corrección de las situaciones antes mencionadas llevan algo de tiempo, siempre será más barato corregir una instalación o un espacio desde su planteamiento en un pedazo de papel o incluso en el momento de ejecutar la obra, que cuando ya es un hecho consumado donde se pueden tener complicaciones que conlleven a soluciones poco ortodoxas.

La aportación de este trabajo es modesta pero refleja las prácticas comunes para desarrollar proyectos de este tipo, lo que justifica plenamente su ejecución. En mi caso particular, este ha sido un campo de gran interés que como se mencionó, requiere de actualizarse desde el punto de vista normativo, es absolutamente recomendable que se lleven a cabo estas tareas.

7. Nomenclatura

AMIS	Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros
NFPA 14	National Fire Protection Association relativo a sistemas de hidrantes con manguera
NFPA 20	National Fire Protection Association para bombas estacionarias contra incendio
PCI	protección contra incendio
km	kilómetros
m	metros
mm	milímetros
ft	pies
min	minutos
pulg	pulgadas
kg/cm ²	kilogramos por centímetro cuadrado
lb/pulg ²	libras por pulgada cuadrada
bar	bar
lpm	litros por minuto
l/m ²	litros por metro cuadrado
gpm	galones por minuto
m ³ /min	metros cúbicos por minuto
m/s	metros por segundo
m/min	metros por minuto
lps	litros por segundo
HF	carga debida a la fricción
lt	litros
P	presión
m ²	metros cuadrados
m ³	metros cúbicos
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Section of the International Association for Testing Materials
AWS	American Welding Society
UL	Underwriters laboratories
FM	Factory Mutual
PVC	policloruro de vinilo
Pm	resistencia por fricción por metro de tubería, en bar
Qm	flujo volumétrico, m ³ /s (o gpm)
dm	diámetro interior real de tubería
C	coeficiente de pérdida por fricción
hes	Carga o altura estática en la succión de la bomba
hfs	Carga o pérdidas por fricción en la tubería de succión de la bomba
he	Carga o altura estática
hfd	Carga o pérdidas por fricción en la tubería de descarga
hop	Carga de operación de los gabinetes
hm	carga debida a la fricción en la manguera
hch	carga debida a la fricción en el chiflón
hs	carga o presión necesaria a la salida del chiflón
H o CDT	carga dinámica total
Hp	caballos de fuerza

8. BIBLIOGRAFIA.

1. Asociación Mexicana de Instituciones de seguros. (AMIS). Manual del Ramo de Incendio
Capitulo 5.3
2. NOM-002-STPS-200
Condiciones de Seguridad-Prevención, Protección y Combate de Incendios en los Centros de
trabajo. Diario Oficial de la Federación. Secretaria de Trabajo y Previsión Social
Edición 7 de Julio de 2000.
3. Gaceta Oficial del Distrito Federal
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal
Edición 29 de Enero de 2004
4. Gaceta Oficial del Distrito federal
Normas técnicas Complementarias para el Diseño y Ejecución de Obras e Instalaciones
Hidráulicas
Decima cuarta época, Tomo II No. 103-BIS
Edición 6 de Octubre de 2004.
5. Gaceta Oficial del Distrito federal
Normas técnicas Complementarias para el Proyecto Arquitectonico
Decima cuarta época, Tomo II No. 103-BIS
Edición 6 de Octubre de 2004.
6. NFPA 20
Norma para la instalación de Bombas Estacionarias Contra Incendio
Edición 1999
7. NFPA 14
Standard for the Installation of Standpipe, Private Hydrant, and Hose Systems
Edición 2000
8. Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)
Normas de Diseño de Ingeniería Electromecánica
Instalaciones Sanitarias, Hidráulicas y Especiales
ND-01-IMSS-HSE-1997
9. Steel Ernest W.
Abastecimiento de Agua y Alcantarillado
Ed. Gustavo Gili, 1981

9. Apéndices

9.1 Tabla de coeficientes de Hazen-Williams.

VALOR DEL COEFICIENTE C_{HW} DE HAZEN-WILLIAMS

MATERIAL	CONDICION	DIAMETRO (pulgadas)	C_{HW}
HIERRO DULCE	NUEVO	TODOS	130
		$d \geq 12$	120
	5 AÑOS DE EDAD	$8 \leq d \leq 10$	119
		$4 \leq d \leq 6$	118
		$d \geq 24$	113
	10 AÑOS DE EDAD	$12 \leq d \leq 20$	111
		$4 \leq d \leq 10$	107
		$d \geq 24$	100
	20 AÑOS DE EDAD	$12 \leq d \leq 20$	96
		$4 \leq d \leq 10$	89
		$d \geq 30$	90
	30 AÑOS DE EDAD	$16 \leq d \leq 24$	87
		$4 \leq d \leq 14$	75
		$d \geq 30$	83
40 AÑOS DE EDAD	$16 \leq d \leq 24$	80	
	$4 \leq d \leq 14$	64	
	$d \geq 40$	77	
50 AÑOS DE EDAD	$24 \leq d \leq 36$	74	
	$4 \leq d \leq 20$	55	
	$d \geq 12$	120	
ACERO SOLDADO	CONSTANTE	$8 \leq d \leq 10$	119
		$4 \leq d \leq 6$	118
		$d \geq 24$	113
ACERO BRIDADO	CONSTANTE	$12 \leq d \leq 20$	111
		$4 \leq d \leq 10$	107
		TODOS	120
MADERA	CONSTANTE	TODOS	120
CONCRETO	FORMALETA DE ACERO	TODOS	140
	FORMALETA DE MADERA	TODOS	120
	CENTRIFUGADO	TODOS	135
ARCILLA VITRIFICADA	BUENAS CONDICIONES	TODOS	100
PVC	CONSTANTE	TODOS	150
ASBESTO-CEMENTO	CONSTANTE	TODOS	140
MAMPOSTERIA	CONSTANTE	TODOS	100
COBRE	CONSTANTE	TODOS	130-140
HIERRO GALVANIZADO	CONSTANTE	TODOS	120
LATON	CONSTANTE	TODOS	130
VIDRIO	CONSTANTE	TODOS	140

9.2 Procedimiento para el uso del método de Hardy Cross.

Se pueden emplear las fórmulas de Manning, Chezy y Hazen-Williams. En términos generales pueden expresarse como sigue:

$$h = k Q^x \dots\dots\dots (3)$$

en la cual h es la pérdida de carga en la tubería, Q es el caudal circulante y k es una constante que depende del tamaño de la tubería, de sus condiciones internas y de las unidades empleadas. La fórmula de Hazen-Williams escrita en esta forma será:

$$h = k Q^{1.85} \dots\dots\dots (4)$$

Siguiendo el análisis de Hardy Cross, se puede decir de cualquier tubería en un circuito que

$$Q = Q_1 + \Delta \dots \dots \dots (5)$$

En la que Q es la cantidad real de agua circulante, Q₁ es la cantidad supuesta y Δ es la corrección de caudal necesario. Entonces, sustituyendo (5) en (3)

$$kQ^x = k(Q_1 + \Delta)^x = k(Q_1^x + xQ_1^{(x-1)}\Delta + \dots) \dots \dots \dots (6)$$

Los restantes términos de la serie pueden despreciarse, si Δ es pequeño en comparación de Q. Para un circuito la suma de pérdidas de carga debe ser cero:

$$\sum kQ^x = 0 \dots \dots \dots (7)$$

y de la ecuación (6)

$$\sum kQ^x = \sum kQ_1^x + \sum x kQ_1^{(x-1)}\Delta = 0 \dots \dots \dots (8)$$

de donde:

$$\Delta = -\frac{\sum kQ_1^x}{\sum x kQ_1^{(x-1)}} = -\frac{\sum h}{k\sum h/Q} \dots \dots \dots (9)$$

El procedimiento puede resumirse como sigue:

- a) Supóngase una distribución cualquiera de caudal en cuanto a cantidad y sentido de flujo. La suma de los caudales que llegan a cualquier conexión debe ser igual a la suma de los caudales salientes.
- b) Calcúlese la pérdida de carga en cada tubería por medio de una ecuación o diagrama. Se adopta el convenio que los caudales en el sentido de las agujas del reloj son positivos y producen pérdidas de carga positivas.
- c) Teniendo en cuenta el signo, calcúlese la pérdida de carga total a lo largo de cada circuito $\sum h = \sum kQ_1^x$
- d) Calcúlese, prescindiendo del signo, para el mismo circuito, la suma $\sum kxQ_1^{(x-1)}$
- e) Para compensar las pérdidas de carga en cada circuito, se emplean los valores obtenidos con la ecuación (9) al caudal de cada línea. Las líneas comunes a dos mallas han de corregirse para cada malla teniendo en cuenta el signo.

9.3 Lista de planos del proyecto.

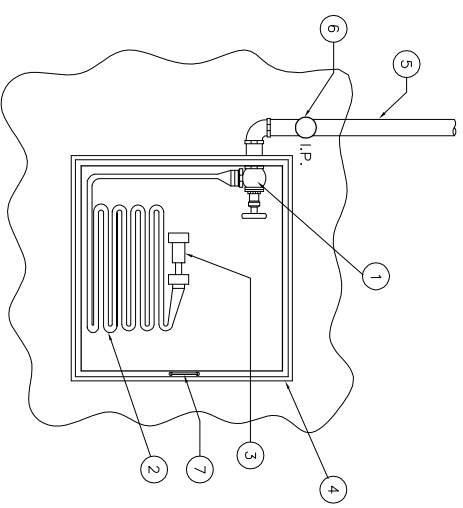
Planos:

- PCI-01 instalación de PCI Planta de Conjunto
- PCI-02 instalación de PCI Isométrico de Conjunto y Detalles
- PCI-03 instalación de PCI Edificio de Mantenimiento
- PCI-04 instalación de PCI Comedor y Cocina
- PCI-05 instalación de PCI Baños y Vestidores
- PCI-06 instalación de PCI Planta Baja Producción

PCI-07 instalación de PCI Mezanine Producción
PCI-08 instalación de PCI Control de Calidad
PCI-09 instalación de PCI Oficinas
PCI-10 instalación de PCI Cuarto de Bombas

Cada uno de los planos se adjunta electrónicamente con el mismo nombre, en formato pdf.

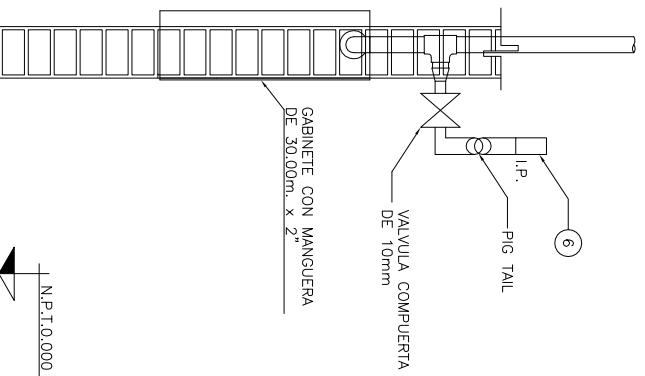
PCI-01.pdf instalación de PCI Planta de Conjunto
PCI-02.pdf instalación de PCI Isométrico de Conjunto y Detalles
PCI-03.pdf instalación de PCI Edificio de Mantenimiento
PCI-04.pdf instalación de PCI Comedor y Cocina
PCI-05.pdf instalación de PCI Baños y Vestidores
PCI-06.pdf instalación de PCI Planta Baja Producción
PCI-07.pdf instalación de PCI Mezanine Producción
PCI-08.pdf instalación de PCI Control de Calidad
PCI-09.pdf instalación de PCI Oficinas
PCI-10.pdf instalación de PCI Cuarto de Bombas



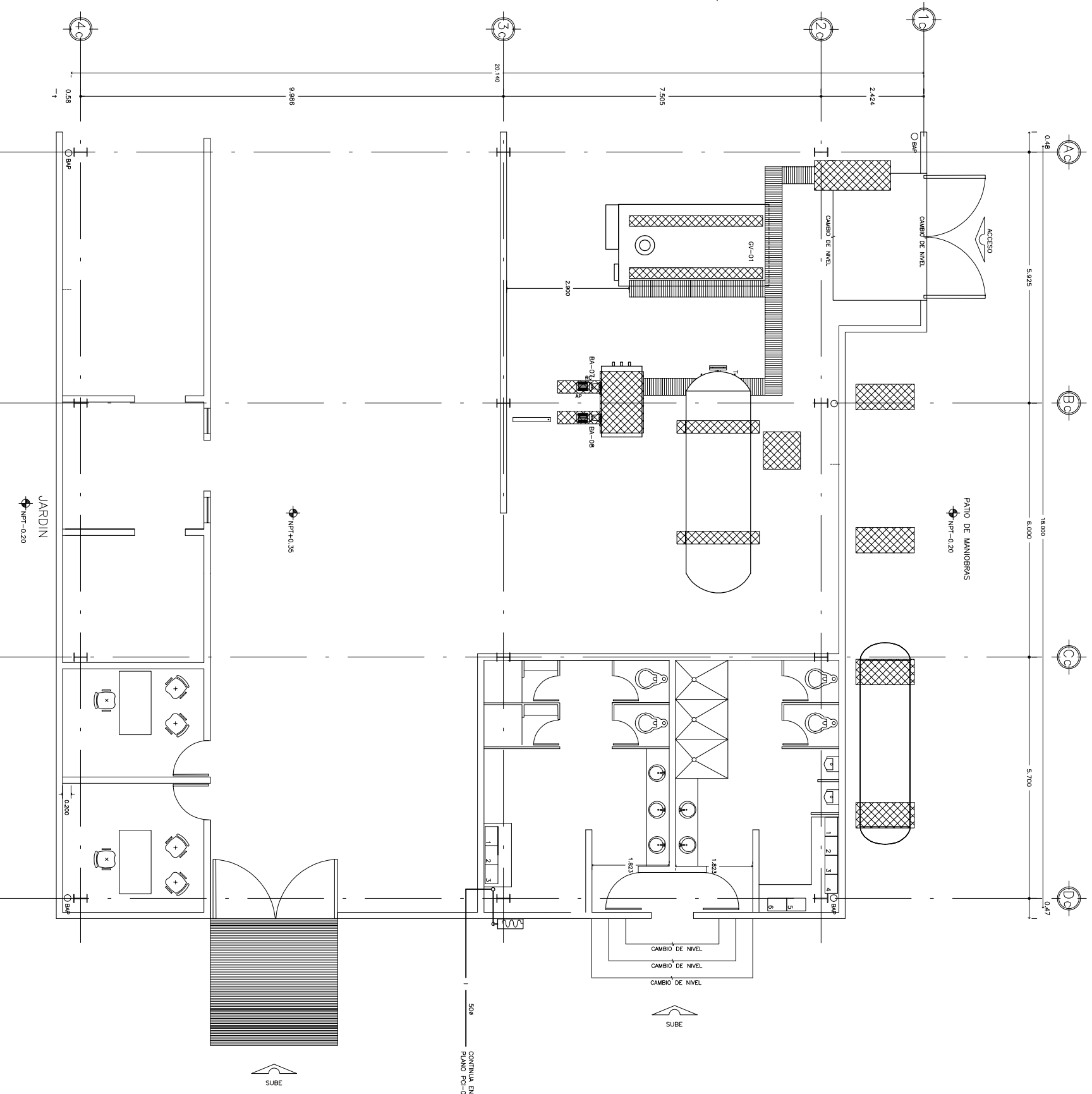
DETALLE DE GABINETE

NOMENCLATURA

- 1.- VALVULA DE GLOBO TIPO ANGULO DE 2" x 1 1/2"
- 2.- MANGUERA CONTRA INCENDIO DE 1 1/2"
- 3.- CHIFLON DE BRONCE DE 3 PASOS
- 4.- GABINETE DE LAMINA TIPO SOBRE-PONER
- 5.- TUBO DE AC. AL CARBON ASTM A-53 GR.B CED. 40 DE 2"
- 6.- MANOMETRO CON GLISERINA CARATULA DE 2 1/2" RANGO 0-11 Kg/cm2 ENTRADA POSTERIOR 1/4" NPT
- 7.- JALADERA



DETALLE DE GABINETE



Notas Generales

SIMBOLOGIA:

- TUBERIA CONTRA INCENDIO
- GABINETE CON MANGUERA
- ∠ CODO DE 90°
- T TEE

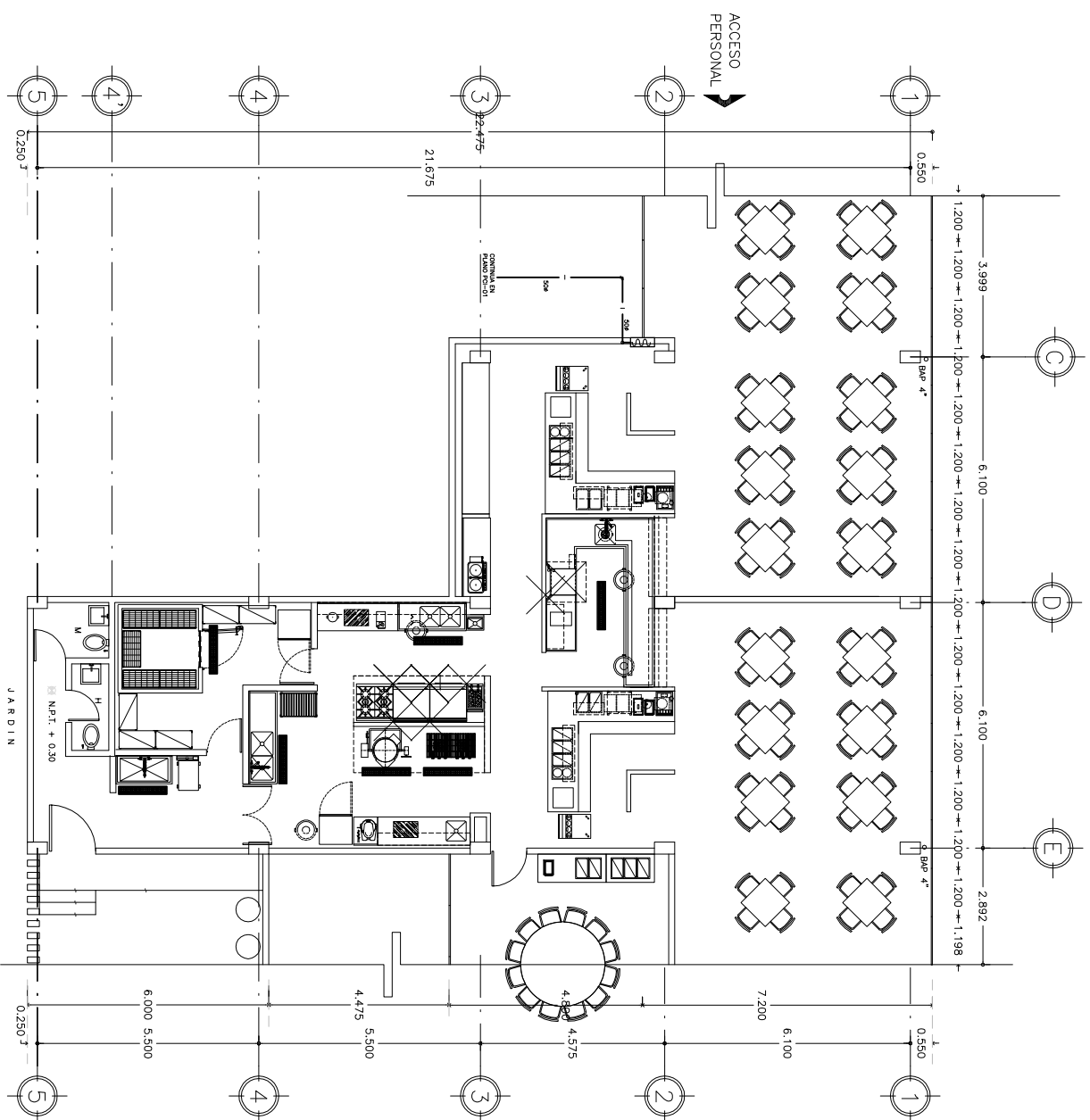
NOTAS:

- 1.-DIAMETROS INDICADOS EN MILIMETROS.
- 2.-LAS TUBERIAS Y CONEXIONES A UTILIZAR SERAN EN LOS TRAMOS VISIBLES DE LA INSTALACION SERAN DE ACERO GALVANIZADO EN LOS TRAMOS DE TUBERIA AHOGADAS EN PISO ESTAS SERAN DE PVC-C40
- 3.-LAS PRUEBAS A QUE SERAN SOMETIDAS LAS TUBERIAS Y APARATOS SUELTOS A LA PRESION DE TRABAJO DEL SISTEMA, DEBERAN ENSAYARSE HIDROSTATICAMENTE A 200 Lb/ir² (14.0 kg/cm²) Y DEBEN DE MANTENER ESA PRESION, SIN PERDIDAS, DURANTE 2 HORAS.
- 4.-EL DISPOSITIVO DE DETECCION DE FLUJO DE AGUA INCLUYENDO LOS CIRCUITOS DE ALARMA ASOCIADOS, DEBERAN ENSAYARSE POR FLUJO A TRAVES DE LA PURGA DEL SISTEMA Y DEBEN DAR COMO RESULTADO UNA ALARMA AUDIBLE EN LAS INSTALACIONES DENTRO DE LOS CINCO MINUTOS SIGUIENTES AL INICIO DEL FLUJO Y HASTA QUE ESTE MISMO CESE.
- 5.-PLANO VALIDO UNICAMENTE PARA INSTALACIONES.
- 6.-LA TUBERIA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO DEBERA DE FINANCERSE PARA SU INSTALACION, PENDING PERMISO, PERMILLON MARCA COMEN, PRECIVA APLICACION DE PRIMARIO DE BUENA CALIDAD.

No.	Revision	Fecha

--	--

Proyecto	Laboratorios	Caja
Plano	SISTEMA CONTRA INCENDIO	
Edificio	EDIFICIO DE MANTENIMIENTO	
Proyecta	E. Z. O.	
Escala	1/50	Cotas Metros
PCI-03		



Notas Generales

SIMBOLOGIA:

- | — TUBERIA CONTRA INCENDIO
- | — GABINETE CON MANGUERA
- | — TOMA SIMBRESA
- | — VALVULA CHECK
- | — TEE
- | — COOJO DE 90°
- | — BOLONETA

NOTAS:

- 1.-DIAMETROS INDICADOS EN MILIMETROS.
- 2.-LAS TUBERIAS Y CONEXIONES A UTILIZAN SERAN EN LOS GALVANIZADO EN LOS TRAMOS DE TUBERIA AHORADOS EN PISO ESTAS SERAN DE PVC-C40
- 3.-LAS PRUEBAS A QUE SERAN SOMETIDAS LAS TUBERIAS Y APARATOS SUJETOS A LA PRESION DE TRABAJO DEL SISTEMA (Kg/cm²) Y DEBEN DE MANTENER EN PRESION, SIN PERDIDAS, DURANTE 2 HORAS.
- 4.-EL DISPOSITIVO DE DETECCION DE FLUJO DE AGUA, INCLUYENDO LOS CIRCUITOS DE ALARMA ASOCIADOS, DEBERAN INCLUYR UN DISPOSITIVO DE ALARMA (ALARMAS DEBEN SER Y DEBERAN DAR COMO RESULTADO UN ALARMA ALBUE EN LAS INSTALACIONES DENTRO DE LOS CINCO MINUTOS SIGUIENTES AL INICIO DEL FLUJO Y HASTA QUE ESTE MISMO CESA.
- 5.-PLANO VALIDO UNICAMENTE PARA INSTALACIONES.
- 6.-LA TUBERIA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO DEBERA DE SER UN TIPO DE TUBERIA DE ALTA CALIDAD Y DEBEN DE SER UN TIPO DE TUBERIA DE BUENA CALIDAD.

No.	Revision	Fecha

Proyecto	Laboratorios	Ciudad
Para	SISTEMA DE PROTECCION	
Edificio	CONTRA INCENDIO	
Proyecto	COMEDOR Y COCINA	
Escala	E. Z. O.	

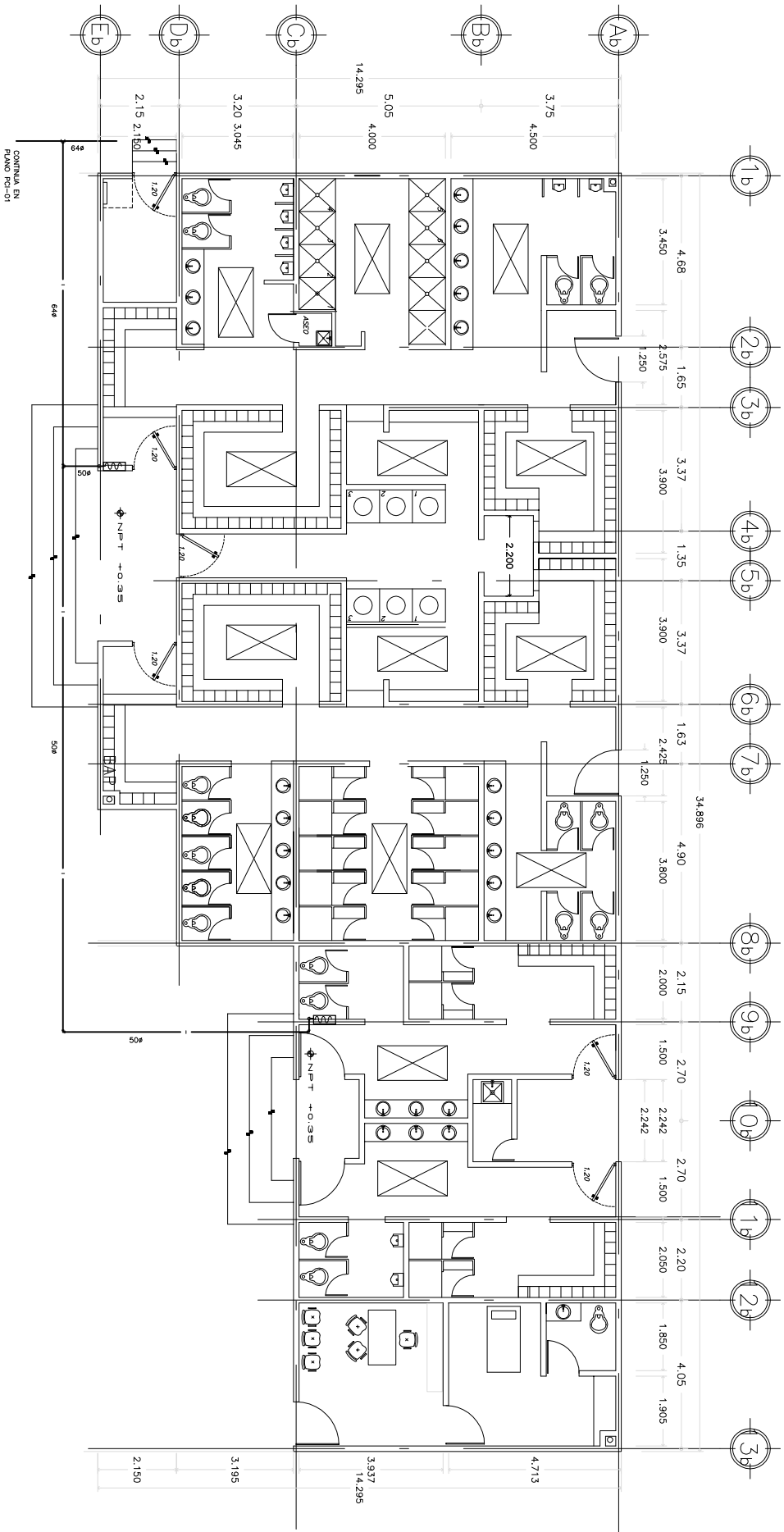
PCI-04

S I M B O L O G I A :

- TUBERIA CONTRA INCENDIO
- DBD GABINETE CON MANGIFERA
- # CODO DE 90°
- 3 TEE

NOTAS:

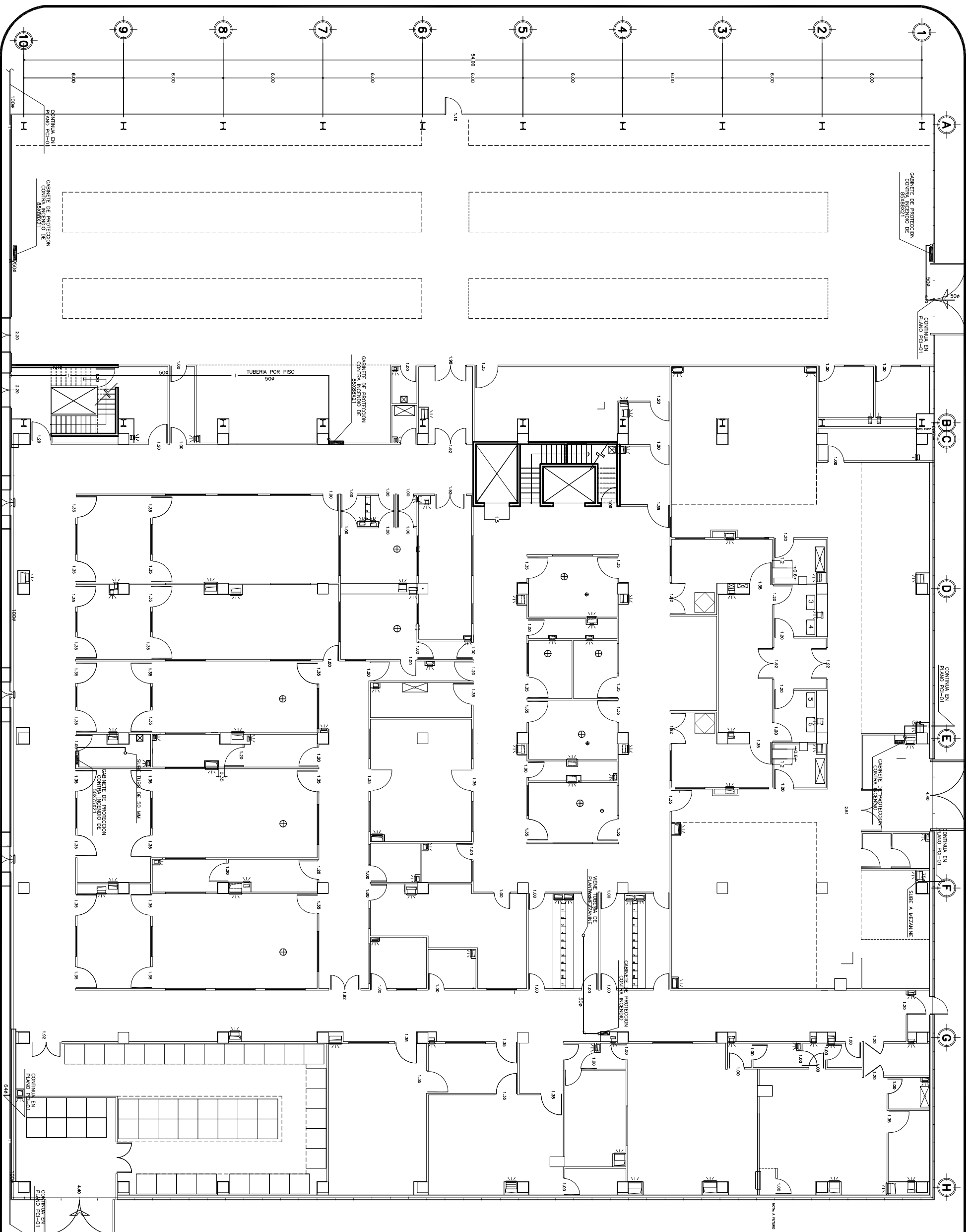
- 1.-DIAMETROS INDICADOS EN MILIMETROS.
- 2.-LAS TUBERIAS Y CONEXIONES A UTILIZAR SERAN EN LOS TAMAOS VISIBLES DE LA INSTALACION SERAN DE ACERO GALVANIZADO EN LOS TAMAOS DE TUBERIA AHOGADOS EN PISO ESTAS SERAN DE PVC-C40
- 3.-LAS PRUEBAS A QUE SERAN SOMETIDAS LAS TUBERIAS Y APARATOS SUJETOS A LA PRESION DE TRABAJO DEL SISTEMA, DEBERAN ENSAYARSE HIDROSTATICAMENTE A 200 Lb./in² (14.0 Kg./cm²) Y DEBERN DE MANTENER ESA PRESION, SIN PERDIDAS, DURANTE 2 HORAS.
- 4.-EL DISPOSITIVO DE DETECCION DE FLEJO DE AGUA, INCLUYENDO LOS CIRCUITOS DE ALARMA ASOCIADOS, DEBERAN ENSAYARSE POR FLEJO A TRAVES DE LA PURGA DEL SISTEMA Y DEBEN DAR COMO RESULTADO UNA ALARMA AUDIBLE EN LAS INSTALACIONES DENTRO DE LOS CINCO MINUTOS SIGUIENTES A LA OCURRENCIA DEL FLEJO Y HASTA QUE ESTE MISMO CESE.
- 5.-PLANO VALIDO UNICAMENTE PARA INSTALACIONES.
- 6.-LA TUBERIA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO DEBERA DE PINTARSE PARA SU IDENTIFICACION, DE COLOR ROJO BERMILLON MARCA COMEX, PREVA APLICACION DE PRIMARIO DE BUENA CALIDAD.



No.	Revision	Fecha

Proyecto	Laboratorios	Ciudad
País	SISTEMA CONTRA INCENDIO	
Edificio	BAÑOS Y VESTIDORES	
Proyecta	E. Z. O.	
Escala	1/75	Ciudad
		México

PCI-05



Notas Generales

SIMBOLOGIA:

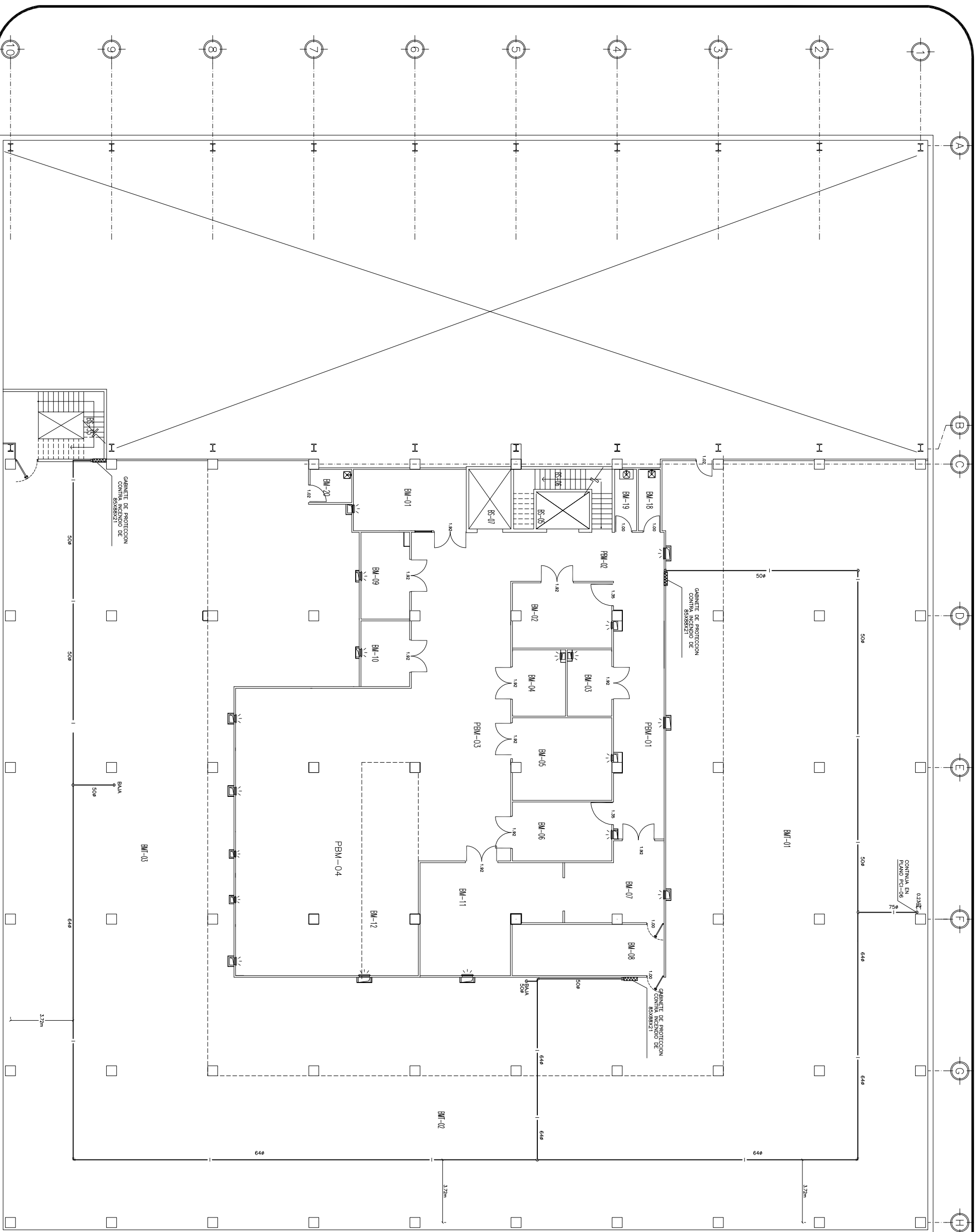
- TUBERIA CONTRA INCENDIO
- GABINETE CON MANGUERA
- ∠ CODO DE 90°
- ⊕ TEE

NOTAS:

- 1.-DIAMETROS INDICADOS EN MILIMETROS.
- 2.-LAS TUBERIAS Y CONEXIONES A UTILIZAR SEAN EN LOS TAMAOS VIGILES DE LA INSTALACION SEAN DE ACERO O PISO ESTAN SEAN DE PVC-CAD
- 3.-LAS PRUEBAS A QUE SERAN SOMETIDAS LAS TUBERIAS Y APARATOS SUJETOS A LA PRESION DE TRABAJO DEL SISTEMA, DEBERAN ENSAYARSE HIERONOMICAMENTE A 200 PSI (13.8 BAR) SIN PERDIDAS DURANTE 2 HORAS
- 4.-EL DISPOSITIVO DE DETECCION DE FLUJO DE AGUA, INCLUYENDO LOS CIRCUITOS DE ALARMA ASOCIADOS, DEBERAN ENSAYARSE POR FLUJO A TRAVES DE LA PURGA ALMBRE EN LAS INSTALACIONES DENTRO DE LOS CINCO MINUTOS SUJETOS AL NICO DEL FLUJO Y HASTA QUE ESTE MANDA CERO.
- 5.-PLANO VALIDO UNICAMENTE PARA INSTALACIONES.
- 6.-LA TUBERIA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO DEBEA DE PINTARSE, PARA SU IDENTIFICACION, DE COLOR ROJO PRIMARIO DE BUENA CALIDAD.

No.	Revision	Fecha

Proyecto	Laboratorios	Ciudad	PCI-06
Periodo	SISTEMA CONTRA INCENDIO		
Ejecucion	PRODUCCION PR. ENF. ANTIBIOTICOS		
Proyectado	E. Z. O.		
Escala	1/100	Clase	Waves



Notas Generales

S I M B O L O G I A :

- TUBERIA CONTRA INCENDIO
- CABINETE CON MANIFERA
- COBO DE 90°
- TEE

NOTAS:

- 1.-DIAMETROS INDICADOS EN MILIMETROS.
- 2.-LAS TUBERIAS Y CONEXIONES A UNIRLAS SERAN EN LOS CALIBRIZADO EN LOS TUBOS DE TUBERIA ARDORADOS EN PISO ESTAS SERAN DE PVC-C40
- 3.-LAS PRUEBAS A QUE SERAN SOMETIDOS LAS TUBERIAS Y APARATOS SUELEN A LA PRESION DE TRABAJO DEL SISTEMA, PERIODOS, DURANTE 2 HORAS.
- 4.-EL DISPOSITIVO DE DETECCION DE FLUJO DE AGUA, INCLUYENDO LOS CIRCUITOS DE ALARMA, ASOCIADOS, DEBERAN INSTALARSE EN LAS INSTALACIONES DENTRO DE LOS CINDO AUNQUE EN LAS INSTALACIONES DENTRO DE LOS CINDO ESTE UNIDAD CESA.
- 5.-PLANO VALIDO UNICAMENTE PARA INSTALACIONES.
- 6.-LA TUBERIA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO DEBERA DE SERMELTON MARCA CORDEX, PREVA AFILIACION DE PRIMARIO DE BUENA CALIDAD.

No.	Revision	Fecha

Proyecto	Laboratorios	Ciudad
Plan	SISTEMA CONTRA INCENDIO	
Edificio	MEZANINE EDIF. ANTIBIOTICOS	
Proyectista	E. Z. O.	
Escala	1/100	Cobros
		Metros

PCI-07

S I M B O L O G I A :

— —	TUBERIA CONTRA INCENDIO
□	GABINETE CON MANCERA
└	CODO DE 90°
+	TEE

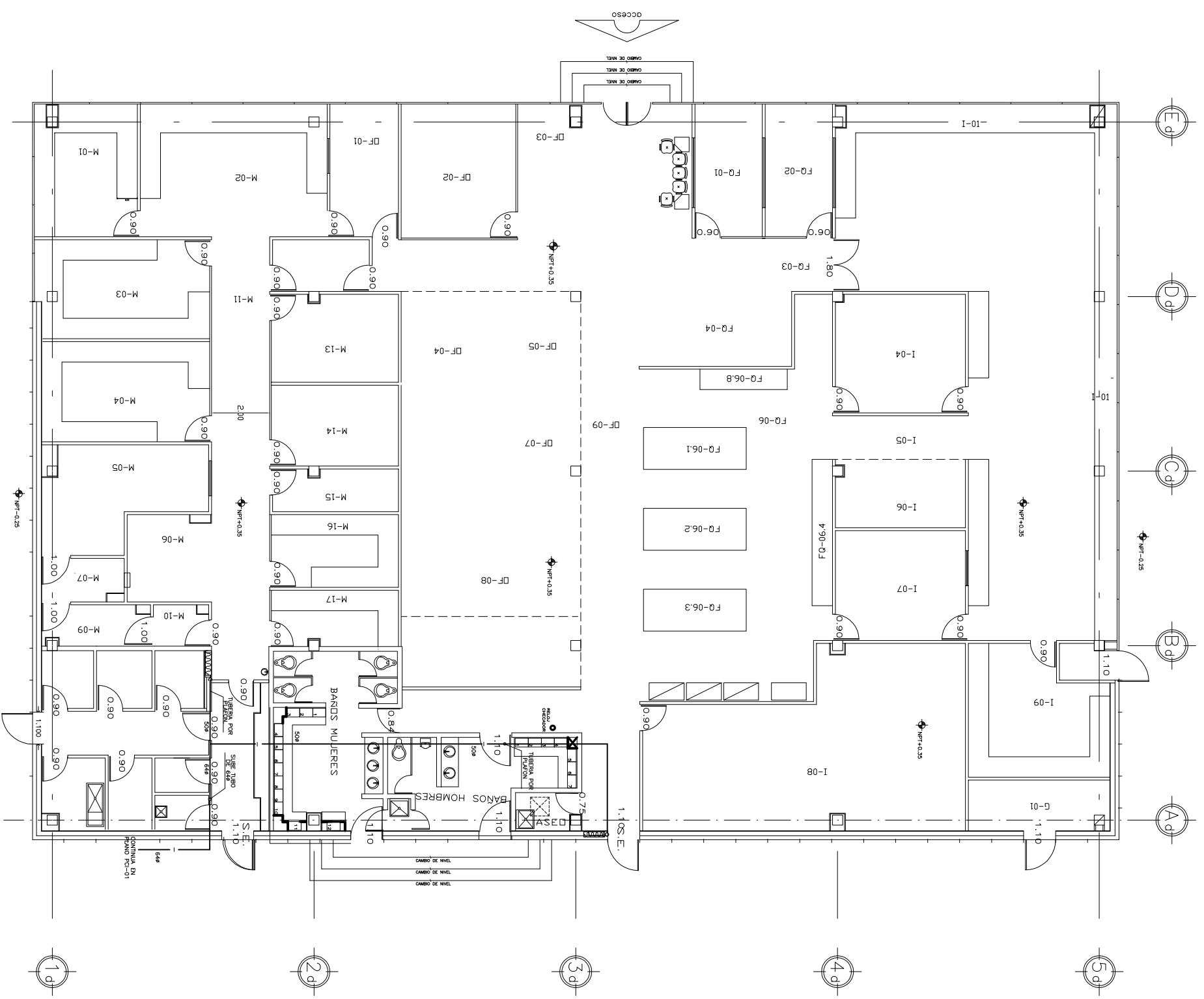
NOTAS:

- 1.-DIAMETROS INDICADOS EN MILIMETROS.
- 2.-LAS TUBERIAS Y CONEXIONES A UTILIZAR SERAN EN LOS TRAMOS VISIBLES DE LA INSTALACION SERAN DE ACERO GALVANIZADO EN LOS TRAMOS DE TUBERIA AHOOGADOS EN PISO ESTAS SERAN DE PVC-040
- 3.-LAS PRUEBAS A QUE SERAN SOMETIDAS LAS TUBERIAS Y APARATOS SUJETOS A LA PRESION DE TRABAJO DEL SISTEMA, DEBERAN ENSAYARSE HIDROSTATICAMENTE A 200 LB/P" (140 kg/cm²) DURANTE 2 HORAS.
- 4.-EL DISPOSITIVO DE DETECCION DE FLUJO DE AGUA, INCLUYENDO LOS CIRCUITOS DE ALARMA DEBERAN SER INSTALADOS EN UN PUNTO DE TRABAJO DE LA PURGA DEL SISTEMA Y DEBEN DAR COMO RESULTADO UNA ALARMA AUDIBLE EN LAS INSTALACIONES DENTRO DE LOS CINCO MINUTOS SIGUIENTES AL INICIO DEL FLUJO Y HASTA QUE ESTE MISMO CESA.
- 5.-PLANO VALIDO UNICAMENTE PARA INSTALACIONES.
- 6.-LA TUBERIA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO DEBERA SER MANEJADA CON UN PRODUCTO DE COLOR ROJO BERMELLON MARCA CONEX. PREVIA APLICACION DE PRIMARIO DE BUENA CALIDAD.

No.	Revision	Fecha

Proyecto	Laboratorios	Ciudad
Plantel	SISTEMA CONTRA INCENDIO	
Edificio	CONTROL DE CALIDAD	
Proyectista	E. Z. O.	
Escala	1/75	

PCI-08

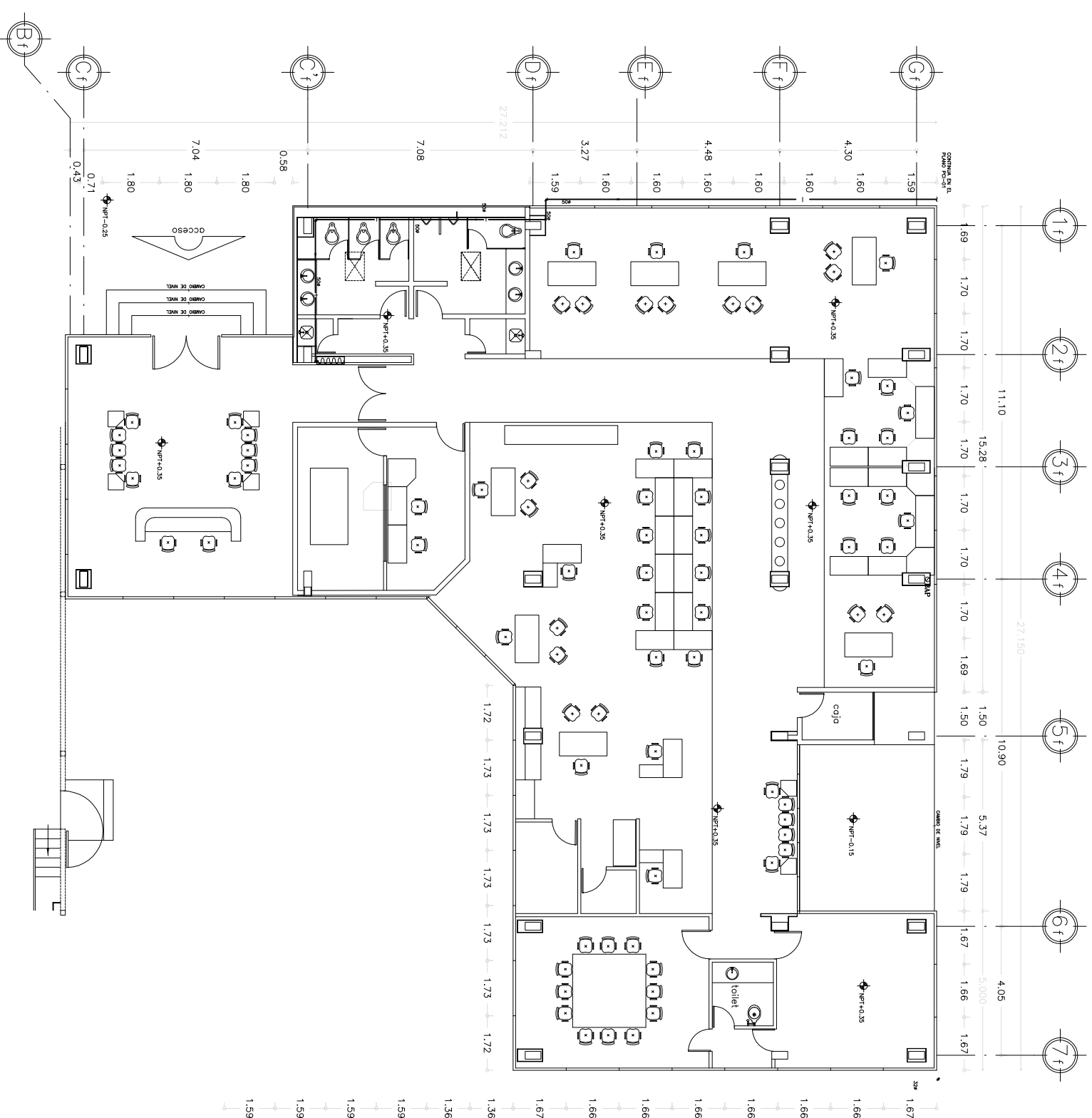


S I M B O L O G I A :

- TUBERIA CONTRA INCENDIO
- GABINETE CON MANOSERA
- # COORDENADA DE 90°
- # TIE

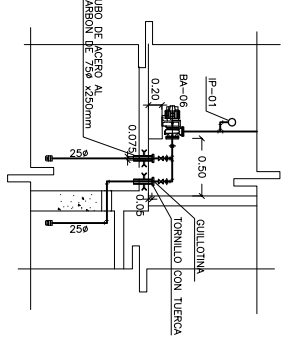
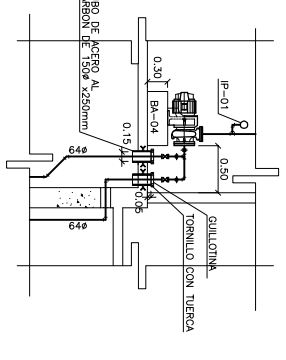
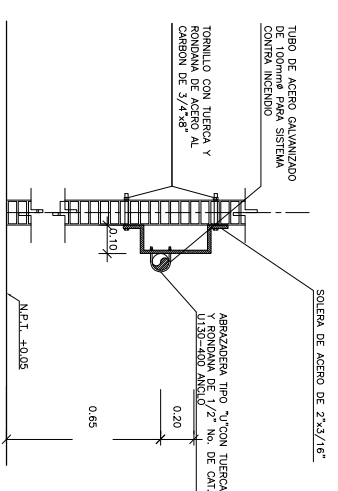
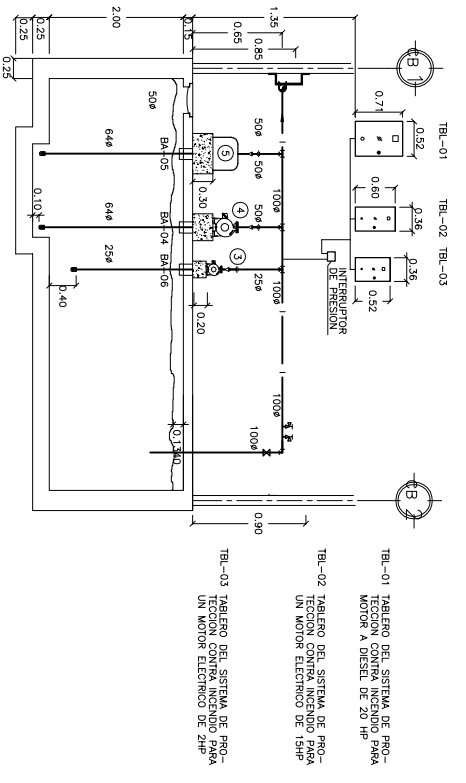
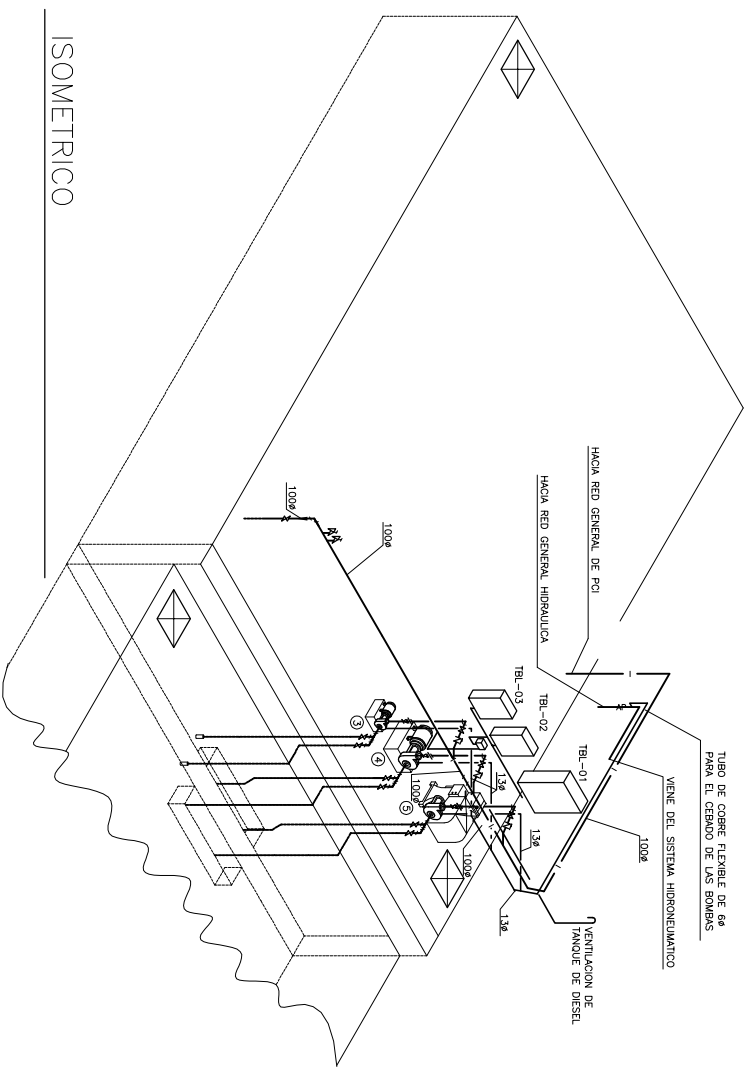
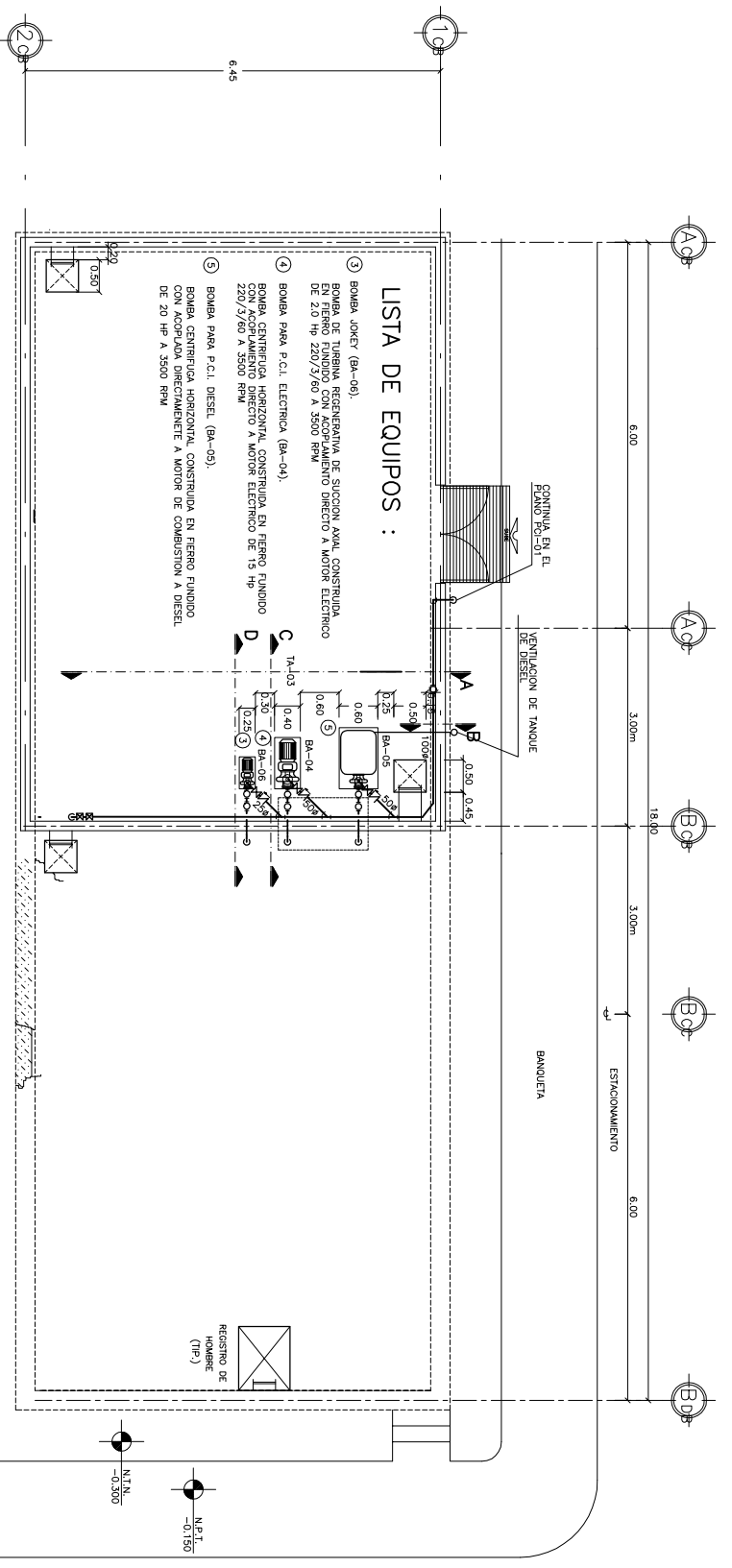
NOTAS:

- 1.-PUNTEROS INDICADOS EN NUMEROS.
- 2.-TUBERIA CONTRA INCENDIO EN LOS RAMALES DE LA INSTALACION SEGUN DE ACUERDO CON EL PLAN DE MANIOBRA.
- 3.-LAS MANOSERAS A QUE SE DAN SOLICITUDES LAS TUBERIAS Y CABECEROS DEBERAN ENCONTRARSE HIDROSTATICAMENTE A 200 Lit/v/m² (14.0 DÍAMETE 3 HORAS DE MANTENIMIENTO SIN PROBLEMA).
- 4.-EL DISPOSITIVO DE DETECCION DE FLUJO DE AGUA, INCLUYENDO LOS CIRCUITOS DE ALARMA ASOCIADOS, DEBERAN ENCONTRARSE PARA RESULTAR UNA ALARMA AUTOMATICA EN LAS INSTALACIONES DENTRO DEL AREA DE ESTE USUARIO DESDE EL MOMENTO DE LA DETECCION HASTA QUE ESTE USUARIO SOLICITE SU MANTENIMIENTO.
- 5.-PLANO VALIDO ÚNICAMENTE PARA INSTALACIONES.
- 6.-LA TUBERIA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO DEBERA DE MANTENERSE PARA SU IDENTIFICACION, DE COLORES ROJO BERNILLO O AMARILLO PARA SU IDENTIFICACION DE PRUBANDO DE BUENA CALIDAD.



No.	Revision	Fecha

Proyecto	Laboratorios	Ciudad	PCI-09
País	SISTEMA CONTRA INCENDIO		
Edificio	OFICINAS ADMINISTRATIVAS		
Proyectado	E. Z. O.		
Escala	1/75	Ciudad	



- Notas Generales
- S I M B O L O G I A :**
- TUBERIA CONTRA INCENDIO
 - ☐ GABINETE CON MANGUERA
 - ∠ CODO DE 90°
 - T TEE

- NOTAS:**
- 1.-DIAMETROS INDICADOS EN MILIMETROS.
 - 2.-LAS TUBERIAS Y CONEXIONES A VISIBLES DE LA INSTALACION SERAN DE ACERO GALVANIZADO EN LOS TRAMOS DE TUBERIA AHOGADAS EN PISO ESTAS SERAN DE PVC-C40
 - 3.-LAS PRUEBAS A QUE SERAN SOMETIDAS LAS TUBERIAS Y APARATOS SUJETOS A LA PRESION DE TRABAJO DEL SISTEMA, DEBERAN ENSAYARSE HIDROSTATICAMENTE A 200 Lb./in² (14.0 Kg./cm²) Y DEBEN DE MANTENER ESA PRESION, SIN PERDIDAS, DURANTE 2 HORAS.
 - 4.-EL DISPOSITIVO DE DETECCION DE FILLO DE AGUA INCLUYENDO LOS CIRCUITOS DE ALARMA ASOCIADOS DEBERAN ENSAYARSE POR FILLO A TRAVES DE LA PURGA DEL SISTEMA Y DEBEN DAR COMO RESULTADO UNA ALARMA AUDIBLE EN LAS INSTALACIONES DENTRO DE LOS CINCO MINUTOS SIGUIENTES AL INICIO DEL FLUJO Y HASTA QUE ESTE MISMO CESE.
 - 5.-PLANO VALIDO UNICAMENTE PARA INSTALACIONES.
 - 6.-LA TUBERIA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO DEBERA DE IDENTIFICARSE PARA SU IDENTIFICACION DEBE MARCARSE PARA SU IDENTIFICACION MARCA CONEX. PREVIA APLICACION DE PRIMARIO DE BUENA CALIDAD.

No.	Revision	Fecha

Proyecto	Laboratorios	Ciudad
Plano	SISTEMA CONTRA INCENDIO	
Edificio	CUARTO DE BOMBAS	
Proyecta	E. Z. O.	
Escala	1/50	Clase
		Wires

PCI-10