

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO CON
ROCIADORES AUTOMÁTICOS PARA LA EMPRESA TARRILLO BARBA
S.A. LIMA - PERÚ”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

PAYTAN HUAMANI, LINDO ROLANDO

Villa El Salvador

2019

DEDICATORIA:

Se la dedico a mis padres Francisco, Floriana, a mis hermanas y a toda mi familia en general, quienes estuvieron apoyándome durante mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS:

Mis agradecimientos a mis padres, hermanas y a toda mi familia en general, especialmente a mi hermana Soledad por apoyarme para poder lograr mi sueño de ser un profesional.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	13
1.2 Justificación del Problema.	14
1.3 Delimitación del Proyecto.....	15
1.4 Formulación del Problema.	15
1.5 Objetivos.	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	17
2.1 Antecedentes.	17
2.2 Bases Teóricas.	19
Fuegos Clase A.	21
Fuegos Clase B.	21
Fuegos Clase C.	21
Fuegos Clase D.	21
Fuegos Clase K.	22
Protección Pasivo.	22
Protección activa.	22
Sistema húmedo.	22
Sistemas secos.....	23

Sistemas de Espuma.....	23
Sistema de Agentes Limpios.	23
Extinción por enfriamiento.	24
Extinción por sofocación.....	24
Sistema de gabinetes contra incendio.....	25
Sistema de rociadores.....	26
Clasificación de los rociadores:	27
Clasificación por temperatura de Activación.....	28
Clasificación por tipo de Riesgo.....	29
Características de descarga de los rociadores	30
Tamaño de orificio del rociador.....	30
Riesgo leve.....	31
Riesgo ordinario (grupo 1) (OH1).	31
Riesgo ordinario (grupo 2) (OH2).	31
Riesgo extra (grupo 1) (EH1).....	31
Riesgo extra (grupo 2) (EH2).....	32
Suministro de agua.....	33
Clasificación de mercancías en almacenamientos de gran altura.	34
Suministro de agua.....	37
Método cédula de la tubería.	39

Método calculo hidráulico.	40
Ecuación de Hazen – Williams para la perdida de fricción..	41
Altura dinámica total (TDH).....	43
La cavitación.....	44
Bomba contra incendio.	45
Unidades de medición	45
Otros términos que definen la presión de una bomba.	45
Tipos de succión.....	45
Bomba Jockey.	47
2.3 Definición de términos básicos.....	49
CAPITULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO.....	50
3.1 Modelo de Solución Propuesto.	50
Características del local.....	50
Clasificación de riesgo según ocupación.	51
Selección del área de diseño y la densidad, según tipo de riesgo.....	52
Selección del rociador y ajuste del área de diseño.	52
Cálculo del caudal y presión para el sistema.....	54
Cálculo del volumen de la cisterna, para abastecer al sistema.	55
Cantidad de rociadores y área de protección.	56
Determinación de la forma del área de diseño del sistema.	58

Identificación de la clase de mercancía de la zona.....	63
Clasificación según mercancías.	64
Desarrollo del cálculo según modo control densidad/área (CMDA).....	64
Calculo de la capacidad de la cisterna.....	67
Definición del área hidráulicamente más desfavorable.....	69
Cálculo hidráulico del área hidráulicamente más desfavorable.	71
3.2 Resultados	91
Selección de equipo.....	92
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES.	94
BIBLIOGRAFIA.	95
ANEXOS	96
ANEXO 1: Tabla de longitudes equivalentes tuberías de acero de cedula 40 ...	97
ANEXO 2: dimensiones de tuberías de acero.....	98
ANEXO 3: estanterías de pales convencionales.....	99
PLANOS:.....	100

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: triangulo de fuego.....	20
Figura 2: Tetraedro del fuego	21
Figura 3: partes de un rociador	27
Figura 4: Curva densidad/área.....	32
Figura 5: curva de densidad/área, según clase de mercancías	36
Figura 6: curva para ajuste de la densidad de diseño según altura de almacenamiento.	37
Figura 7: curva característica de la bomba.....	46
Figura 8: Diagrama General de un sistema de protección contra incendio típico.	48
Figura 9: local dividido en dos zonas, por tener diferente uso cada Zona.....	50
Figura 10: ejemplo de las ocupaciones de riesgo ordinario grupo II	51
Figura 11: selección de la curva densidad/área para riesgo ordinario grupo 2 (HO2).....	52
Figura 12: curva para ajustar la densidad/área.	54
Figura 13: área de cobertura del rociador, y el espaciamiento entre rociadores. .	58
Figura 14: arreglo de la red de sistema de rociadores en el piso 1.	61
Figura 15: arreglo de la red de sistema de rociadores en el piso 2.	62
Figura 16: vista de planta del área de almacén.	64
Figura 17: selección de densidad y el área de diseño, clase I.	65
Figura 18: curva para reajustar el área de diseño según altura de almacenamiento,	66
Figura 19: distancia entre ramal y entre ramales.	68

Figura 20: ubicación del área de diseño más desfavorable..... 70

Figura 21: Vista isométrico del arreglo de rociadores, ubicados en el almacen ... 72

LISTADO DE TABLAS.

Tabla 1: Rango de temperatura, clasificación y código de color para rociador	29
Tabla 2: Identificación de las características de descarga de los rociadores.....	30
Tabla 3: Requisitos de suministro de agua para sistemas de rociadores por cedula de tubería.....	33
Tabla 4: caudal y tiempo requerido, según tipo de riesgo.....	33
Tabla 5: caudal y tiempo de duración para el abastecimiento de agua.	38
Tabla 6: cedula de tubería para riesgo leve.....	39
Tabla 7: cedula tubería para riesgo ordinario.	39
Tabla 8: tabla de valores para la contante C, que se usa en la ecuación de perdida de por fricción.....	42
Tabla 9: Capacidades de bombas centrifugas contra incendios según NFPA.....	46
Tabla 10: unidades de conversión.	49
Tabla 11: selección del rociador cobertura extendida y de respuesta rápida	53
Tabla 12: Caudal de la manguera, y tiempo de duración.....	55
Tabla 13: Área de protección y espaciamiento de rociadores de cobertura extendida.....	56
Tabla 14: dimensionamiento de la red de sistema de rociadores	60
Tabla 15: selección del caudal de manguera y el tiempo de duración.....	67
Tabla 16: área de protección y espaciamiento máximo de un rociador de cobertura extendida.....	69
Tabla 17: datos para el desarrollo del nodo 1-2.....	73
Tabla 18: datos para el desarrollo del nodo 2-3.....	74
Tabla 19: datos para el desarrollo del nodo 3-4.....	74

Tabla 20: datos para el desarrollo del nodo 4-5.....	75
Tabla 21: datos para el desarrollo del nodo 5-6.....	75
Tabla 22: datos para el desarrollo del nodo 6-12.....	77
Tabla 23: datos para el desarrollo del nodo 12-18.....	77
Tabla 24: datos para el desarrollo del nodo 18-24.....	78
Tabla 25: datos para el desarrollo del nodo 19-20.....	79
Tabla 26: datos para el desarrollo del nodo 20-21.....	80
Tabla 27: datos para el desarrollo del nodo 21-22.....	80
Tabla 28: datos para el desarrollo del nodo 22-23.....	81
Tabla 29: datos para el desarrollo del nodo 23-24.....	81
Tabla 30: datos para el desarrollo del nodo 24-25.....	82
Tabla 31: datos para el desarrollo del nodo 25-26.....	83
Tabla 32: datos para el desarrollo del nodo 26-27.....	84
Tabla 33: datos para el desarrollo del nodo 27-28.....	84
Tabla 34: datos para el desarrollo del nodo 26-29.....	85
Tabla 35: datos para el desarrollo del nodo 29-30.....	86
Tabla 36: datos para el desarrollo del nodo 30-31.....	87
Tabla 37: datos para el desarrollo del nodo 31-32.....	87
Tabla 38: cuadro de resumen de diámetro modificado.....	89

INTRODUCCIÓN

Los incendios ocurridos en Larcomar – Miraflores y centro comercial Nicolini – las Malvinas - cercado de Lima, son dos casos de incendios de los cientos que ocurrieron durante los últimos años en el Lima, por ello el tema de prevención de incendio es tan importante para evitar pérdida de vidas humanas y materiales. Con los años se ha ido implementado el sistema de protección contra incendio para contrarrestar un posible incendio. Para que un sistema de protección de contra incendio funcione correctamente en el momento adecuado, se tiene que realizar un buen diseño y garantizar que el local y las personas que laboran, están protegidos, un buen diseño se tiene que realizar, teniendo en cuenta en el personal quien lo va a operar. El problema de incendio no se puede eliminar, pero se puede minimizar, mediante acciones adecuadas de protección activa y pasiva.

Al ubicar los elementos que deben ser operados durante un incendio se debe seguir el viejo adagio: “ni tan cerca que queme al santo ni tal lejos que no lo alumbre”.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática.

Tarrillo Barba S.A., es una empresa que importa, y distribuye equipos, instrumentos y materiales dentales a nivel nacional, con más de 40 años en el mercado, la planta de almacén se ubica en el Jr. Guillermo Dansey N° 1564, cercado de Lima.

La planta de almacén tiene un área de 1000m² aproximadamente, para el siguiente proyecto, la planta lo vamos dividir en dos zonas: zona 1 es de dos pisos, aquí se encuentran las áreas administrativas y áreas de laboratorio dental, y la zona 2 es de un solo piso, toda esta zona es libre, en toda esta área se almacenan los productos y materiales dentales en estanterías de palet. Toda la planta de almacén está techado con una estructura parabólica, la altura del piso al techo es de 9 metros aproximadamente.

Actualmente la planta de almacén cuenta con sistema contra incendio que consta de 5 gabinetes en total para toda la planta de almacén, distribuidos a cada distancia, y sistema de rociadores automáticos que solo protege a la zona 2, todo este sistema está abastecida con una bomba contra incendio de 12.5HP.

Anteriormente la zona 1, (áreas administrativas), constaba de un solo piso, en la actualidad esta zona ha sido modificada y ampliada el segundo piso. Por eso se requiere ampliar la red de sistema contra incendio a estas áreas ampliadas y remodeladas de la zona 1.

En el siguiente proyecto se va a tratar el diseño del sistema contra incendio con rociadores automáticos para las áreas modificadas y ampliadas del almacén dental de la empresa.

1.2 Justificación del Problema.

1.2.1 Teórica.

Las áreas modificadas y ampliadas no están protegidos con un sistema de protección contra incendio mediante rociadores.

El diseño de sistema contra incendio se realiza para proteger la pérdida de vidas humanas bienes materiales ante un posible siniestro. Las áreas de la zona 1, son áreas administrativos, áreas de laboratorio, donde hay un número considerable de trabajadores que laboran en esas áreas, y es indispensable proteger estas áreas ante un posible siniestro, para evitar pérdida de vidas humanas, bienes materiales, lo que se busca con este proyecto es proteger todas las áreas con un buen diseño de sistema contra incendio. Actualmente la planta de almacén cuenta con un sistema contra incendio, cuenta con 5 gabinetes contra incendio distribuidos en todo el área del almacén, y solo la zona 2 está protegido por rociadores, la zona 1 no está protegido por rociadores a pesar que es en esta área que hay gran cantidad de trabajadores y el mayor riesgo está en la zona 1, por ello se requiere diseñar un sistema contra incendio para proteger toda esta área con rociadores automáticos.

1.2.2 Legal.

D.S. N° 017-2012 Reglamento Nacional de Edificaciones Norma A. 130 (RNE A. 130), Requisito de Seguridad, Art. 100. Indica “que las edificaciones deben ser protegidas con un sistema contra incendios en función al tipo, área, altura y clasificación de riesgo (...)”

D.S. N° 017 – 2012 reglamento Nacional de Edificaciones Norma A. 130 (RNE A. 130), Requisitos de Seguridad, Art. 102. Indica “que los sistemas de protección contra incendios, que se establecen en la presente Norma deben ser diseñados bajo

estándares confiables de reconocido prestigio internacional, y mientras en el país no se desarrollen estándares nacionales, se utilizaran los siguientes normas (...)"

- Normas NFPA 13, "norma internacional para el diseño, e instalación de sistema de rociadores".
- Norma NFPA 20, "para la instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios".

1.3 Delimitación del Proyecto.

1.3.1 Teórica.

El siguiente proyecto se limitara al diseño de la red del sistema contra incendio, selección de rociadores, y la selección de equipo de la bomba contra incendio (BCI), según la norma NFPA (National Fire Protection Association).

1.3.2 Temporal.

El proyecto se realizara entre octubre 2019 - Noviembre 2019

1.3.3 Espacial.

El siguiente proyecto consiste en realizar un diseño para la ampliación del sistema contra incendio existente para las áreas modificadas y ampliadas del almacén dental de la empresa TARRILLO BARBA S.A. que se ubica en la Jr. Guillermo Dansey N° 1564 – cercado de Lima.

1.4 Formulación del Problema.

1.4.1 Problema General.

¿Cómo diseñar y dimensionar la red del sistema contra incendio con rociadores automáticos para la ampliación y remodelación del almacén de laboratorio dental de la empresa TARRILLO BARBA S.A. Lima – Perú?

1.4.2 Problemas específicos.

- ¿Cómo determinar el tipo de riesgo en los ambientes del primer y segundo piso de la zona 1?
- ¿Cómo determinar la cantidad y tipo de rociadores que se requieren siguiendo la normativa NFPA - 13?
- ¿Cómo determinar el caudal y la presión requerida para la selección de la bomba contra incendio (BCI)?

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo General.

Diseñar y dimensionar la red del sistema contra incendio mediante con rociadores automáticos para la ampliación y remodelación del almacén de laboratorio dental de la empresa TARRILLO BARBA S.A. en Lima – Perú.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Determinar el tipo de riesgo en los ambientes del primer y segundo piso de la zona 1.
- Determinar la cantidad y tipo de rociadores que se requieren siguiendo la normativa NFPA – 13.
- Determinar el caudal y la presión para seleccionar la bomba contra incendio (BCI).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes.

Tohalino, D. (2011). Diseño de sistema de protección contra incendios con rociadores para oficinas administrativas de empresa minera. Informe de suficiencia para optar el título profesional de Ingeniero mecánico electricista. Perú. Universidad Nacional de Ingeniería, en sus conclusiones manifiesta:

- Para el diseño de un sistema contra incendio se requiere la lectura y dominio de la normativa nacional que como anexo adicional contiene a la norma internacional NFPA estas normas contienen los conceptos a ser utilizados. Para los casos de diseños actualizados basarse a las últimas versiones de modo tal que no se obvio algún nuevo concepto.
- El sistema diseñado garantiza el accionar contra incendio durante una hora permitiendo el control y la evacuación de personal.

Lucas, W. (2011). Instalación de un sistema contra incendio para las oficinas de una entidad pública. Informe de suficiencia para optar el título de ingeniero mecánico electricista. Perú. Universidad Nacional de Ingeniería, en sus conclusiones manifiesta:

- No se ha podido cumplir las especificaciones originales que manda el proyecto debido a que se tuvieron que realizar muchas recomendaciones y modificaciones por aspectos constructivos, uno de los ejemplos más saltantes que podemos nombrar y que incluso fue materia de solicitar una partida presupuestal adicional es que no se contempló en el proyecto la

existencia en algunas áreas de cielo raso o falso techo, se tuvo que adicionar la instalación adicional de lo que llamamos el “cuello de ganso”.

- Las Normas de R.N.E. se ha cumplido pero para esto se ha tenido que solicitar modificaciones, es bueno resaltar también que en algunas ocasiones no se podrá cumplir al 100%, lo cual no es un indicativo que exista una mala instalación desde el punto de vista del análisis de la Ingeniería Mecánica, de lo cual si está correcto, sino que es debido a que la especialidad de Arquitectura es muy importante en el acabado de la edificación como Producto Entregable, un ejemplo saltante es que la norma indica que a 12” del piso de la montante se debe colocar una unión flexible tipo vitaulic y puede dar la casualidad que por su ubicación se tenga un espacio reducido y se tenga que colocar a una distancia diferente.

Molano, J. (2017) y Rodríguez, L. Diseño de sistema contra incendio de extinción y detección para la facultad tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, conforme a la norma NFPA y La NSR – 10. Tesis presentada para optar el título ingeniero mecánico. Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica, Ingeniería mecánica, en sus conclusiones manifiesta:

- La Universidad Distrital Facultad Tecnológica no cuenta con una adecuada red contra incendio ya que la red de gabinetes instalada actualmente no es operativa las 24 horas del día, además de que en las tuberías no fluye agua.
- Los sistemas contra incendio instalados deben cumplir con la normatividad que por ley aplica en Colombia. El plantel institucional no obedece la norma

vigente lo que puede dar a lugar a sanciones u otros procedimientos legales de la autoridad competente.

2.2 Bases Teóricas.

2.2.1 National Fire Protection Association (NFPA).

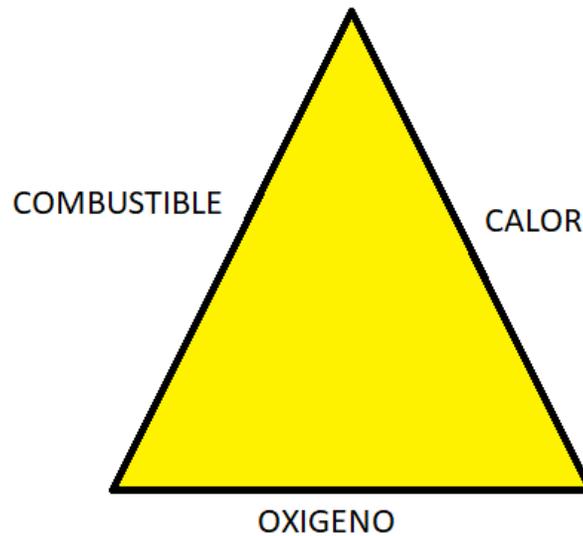
La NFPA, es una organización internacional norte americana, que tiene representación y cuenta con oficinas en varias partes del mundo, la norma ha sido creado para prevenir incendios devastadoras, principalmente para reducir la pérdida de vidas humanas y bienes materiales, desde sus inicios de 1986, hasta la actualidad la norma ha sido revisado constantemente, para perfeccionar algunos puntos y tener siempre actualizado, cada vez más incorporan nuevos requerimientos, o actualizando los métodos para tener una protección contra incendio eficiente, y segura. Los profesionales y autoridades de países latinoamericanos así como el Perú, toman la norma NFPA como referencia para desarrollar un sistema de protección contra incendio.

2.2.2 Teoría del fuego.

Para que se produzca un fuego se requieren necesariamente de los 3 elementos fundamentales, al cual se le conoce como el triángulo del fuego.

- Calor.
- Combustible.
- Oxígeno.

Figura 1: *triangulo de fuego*



Fuente: *elaboración propia.*

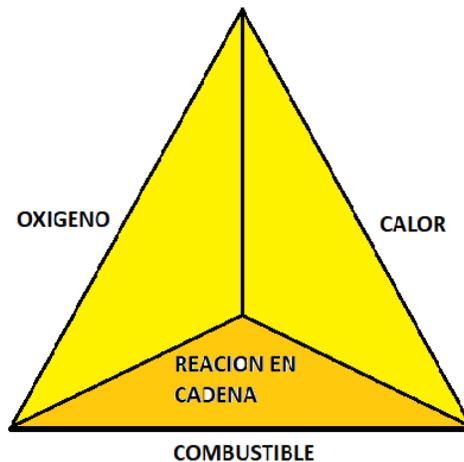
Los sistemas de extinción se diseñan para eliminar uno o más componentes de este triángulo de fuego, ya que al eliminar un elemento del triángulo, el fuego termina.

En la actualidad se ha descubierto un cuarto elemento que es necesario para que el fuego continúe, reacción en cadena, lo que permite este cuarto elemento es que al producirse el fuego, la combustión continúe.

Entonces, para que una combustión se prolongue o aumente, es necesario que estén los cuatro elementos, si eliminamos uno o más de estos cuatro elementos, la combustión termina. Estos cuatro elementos forman el tetraedro del fuego.

- Calor.
- Combustible.
- Oxígeno.
- Reacción en cadena.

Figura 2: Tetraedro del fuego



Fuente: elaboración propia.

2.2.3 Clasificación de fuegos según norma NFPA 10.

Fuegos Clase A.

NFPA 10 (2018). Los fuegos de clase A son fuegos de materiales combustibles comunes, como la madera, tela, papel, caucho y plástico. (p. 15).

Fuegos Clase B.

NFPA 10 (2018). Los fuegos clase B son fuegos en líquidos inflamables, líquidos combustibles, grasas derivadas del petróleo, alquitranes, aceites, pinturas a base de aceite, solventes, lacas, alcoholes y gases inflamables. (p. 15).

Fuegos Clase C.

NFPA 10 (2018). Los fuegos de Clase C son fuegos que involucran equipos eléctricos energizados. (p. 15).

Fuegos Clase D.

NFPA 10 (2018). Los fuegos de Clase D son fuegos en metales combustibles como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio. (p. 15).

Fuegos Clase K.

NFPA 10 (2018). Los fuegos de clase K son fuegos en artefactos de cocina que involucran combustibles para cocinar (aceites y grasas vegetales o animales). (p. 15).

2.2.4 Tipos de sistemas de protección contra incendio

Involucra un conjunto de medidas de protección que se implementa en un edificio, local o planta industrial, lo cual se quiere proteger ante un posible incendio.

Los sistemas de protección contra incendio se clasifican en dos:

Protección Pasivo.

Este sistema de protección, comprende básicamente el diseño y la construcción del inmueble cumpliendo las exigencias de la normativa; al realizar una construcción la normativa exige los anchos mínimos de pasadizos, escaleras, el tipo de escaleras, la distancia máxima de recorrido para la evacuación hasta llegar a un área seguro, y está área tiene que estar preparado para resistir el fuego. Este sistema facilita a las personas en la evacuación ante un incendio de manera rápida y segura; además limita e impide a que el fuego pase a otras áreas.

Protección activa.

Este sistema de protección, incluye aquellas actuaciones que intervienen la acción directa en la utilización de instalaciones y medios para la protección y lucha contra los incendios, tipos de sistema de protección contra incendio.

Sistema húmedo.

Este sistema es el más común, toda la red de tubería del sistema contiene agua presurizada, cuando un rociador se activa por el calor generado por un fuego, el agua descarga inmediatamente por el rociador abierto y el que se encarga de

abastecer de agua por un tiempo determinado es la bomba contra incendio, que traslada agua a una determinada presión y caudal, la fuente de abastecimiento de agua es la cisterna. Este tipo de sistema se usa en lugares donde no existen posibilidades de congelamiento del agua en la red de tubería.

Sistemas secos.

En este tipo de sistema la tubería no está contenido de agua, en cambio toda esta tubería contiene aire o nitrógeno a presión, una vez que un rociador se abre por el calor generado de un fuego, toda este aire o nitrógeno a presión sale por el rociador abierto, una vez que la presión de la tubería disminuye la válvula del sistema seco se abre y deja pasar el agua y así el agua sale por el rociador abierto. Este sistema se utiliza en lugares donde temperaturas muy bajas, por ello por evitar el congelamiento del agua en la red de tubería se utiliza este tipo de sistema.

Sistemas de Espuma.

Este tipo de sistema es usado mayormente en incendios de clase B, incendios donde se involucran combustibles y líquidos inflamables, se usa este sistema porque es eficaz, la espuma al ser más ligero que los combustibles y los líquidos inflamables forman una capa alrededor, evitando así la expansión del incendio.

Sistema de Agentes Limpios.

Son usados en lugares donde el valor material es importante o es irremplazable y es importante minimizar los daños materiales que pueda ocasionar el incendio así como el agente extintor, se usan generalmente en cuarto de datos, museos y librerías, (incendios de clase A, C y D).

2.2.5 El agua, como elemento para controlar el fuego.

El agua es uno de los agentes más utilizados a la hora de extinguir un incendio durante mucho tiempo el método utilizado es dirigir un chorro de agua hacia la base del fuego, a pesar de que este método se sigue empleando frecuentemente, se encontró un método más eficaz que consiste en aplicar agua en forma pulverizada lo que aumenta el efecto refrigerante del agua. A continuación, se presentará algunos tipos de extinción de gran utilidad en un programa contra incendio (Gratton, 2001)

Extinción por enfriamiento.

Es común que el fuego se pueda extinguir cuando la superficie del material se enfría lo suficiente para lograr parar la combustión, a la hora de aplicar agua es necesario tener en cuenta factores como el calor desprendido, la rapidez en la aplicación de agua y el tipo de agua que se aplique. (Wahl. 2001).

Cuando la velocidad de absorción del agua logra depender totalmente el calor del fuego es cuando se logra la extinción. Uno de los métodos empleados para impedir la ignición de un material consiste en mojar los materiales combustibles, pues si el combustible absorbe el agua tardara más tiempo en arder. (Wahl, 2001).

Extinción por sofocación.

Para lograr un efecto más eficaz a la hora de sofocar un fuego se agrega un agente de espuma al agua, con esta metodología la aplicación debe ser de manera suave. Aunque el método por sofocación puede llegar a controlar las llamas, no se considera tan efectivo como el enfriamiento a la hora de extinguir un fuego. (Wahl, 2001).

2.2.6 Protección con rociadores y gabinetes (sistema combinado).

La instalación del sistema de rociadores así como el sistema de gabinetes contra incendio, se pueden instalar con una montante independiente para cada sistema o también se puede instalar los dos sistemas en una sola montante, a este se llama sistema combinado, porque una sola montante alimenta al sistema de rociadores y al sistema de gabinetes contra incendio.

Sistema de gabinetes contra incendio.

Estos sistemas se refieren a tramos de tubería que alimentan mangueras para protección de incendios por medio de válvulas ubicadas en cajetines o gabinetes. Estas mangueras son activadas de manera manual por personal entrenado o directamente por el cuerpo de bomberos. (NFPA 14 capítulo 4-4.6. 2007).

Este sistema comprende a la red de tubería, montante, que alimentan de agua a presión y caudal requerido a una manguera, y es controlada mediante una válvula angular, estas están ubicadas dentro de un gabinete, al ocurrir un incendio la manguera tiene que ser abierto de manera manual, solamente por personal entrenado o por el cuerpo de bombero. Los gabinetes se pueden clasificar en tres clases:

➤ **Clase I.**

NFPA 14 (2019). Un sistema que provee conexiones para mangueras de 2 1/2" (65mm) para suplir agua para uso de los cuerpos de bomberos. (p. 11).

➤ **Clase II.**

NFPA 14 (2019). Un sistema que provee estaciones de mangueras de 1 1/2" (40mm) para suministrar agua para uso principalmente del personal entrenado o del cuerpo de bomberos durante una respuesta inicial. (p. 11).

➤ **Clase III.**

NFPA 14 (2019). Un sistema que provee estaciones de mangueras de 1 1/2" (40mm) para suministrar agua para uso principalmente del personal entrenado y conexiones para mangueras de 2 1/2" (65mm) para suministrar un mayor volumen de agua para uso de los cuerpos de bomberos. (p. 11).

Sistema de rociadores.

NFPA 13 (2019). Un sistema, comúnmente activado por el calor proveniente de un incendio y que descarga agua sobre el área del incendio, que consta de una red integrada de tuberías, diseñado de acuerdo con las normas de ingeniería en protección contra incendios que incluye una fuente de suministro de agua, una válvula de control de agua, una alarma de flujo de agua y un drenaje. La parte del sistema de rociadores situada sobre la superficie del terreno es una red de un tamaño específico o tuberías hidráulicamente diseñadas, instalada en un edificio, estructura o área, generalmente en altura y a la que se fijan los rociadores con un patrón sistemático. (p. 36)

NFPA 13 (2019). La norma ha sido elaborada con la suposición que el sistema de rociadores debe estar diseñado para proteger contra un solo incendio originado dentro del edificio. (p. 19).

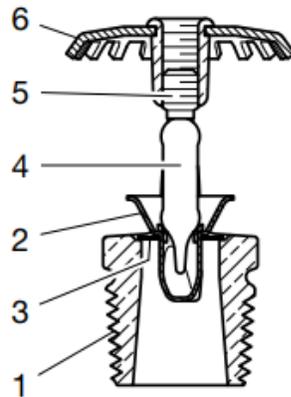
2.2.7 Rociador Automático.

NFPA 13 (2019). Un dispositivo de control o supresión de incendios que funciona automáticamente cuando su elemento activado por calor se calienta hasta alcanzar o superar su certificación térmica, permitiendo la descarga de agua sobre un área especificada. (p. 34).

Figura 3: partes de un rociador

Componentes:

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1- Cuerpo | 4- Ampolla |
| 2- Botón | 5- Tornillo de compresión |
| 3- Conjunto de sello | 6- Deflector |



Fuente: catálogo Tyco, 2013

Clasificación de los rociadores:

Clasificación por posición.

Uno de los factores para la selección de un rociador adecuado es la posición de cómo se instalará el rociador en el sistema, los rociadores colgantes o montantes, son los más usados en una instalación de sistema de protección contra incendio, pero existen varios tipos de rociadores que se pueden instalar en diferentes posiciones, a este tipo de rociadores se les llama rociadores especiales, porque se adaptan a la necesidad y al requerimiento del área a proteger.

Rociadores especiales.

- **boquillas pulverizadoras.** Son direccionales (de temperatura abierta).

- **Ornamentales.** para oficinas con cielo raso en colores blanco, plateado, se utilizan con accesorios especiales como embellecedores u ocultos.
- **resistentes a la corrosión.** de acero inoxidable o de nickel.

Clasificación por temperatura de Activación.

Al seleccionar el rociador adecuado se tiene que tomar en cuenta la sensibilidad de temperatura de activación así como la temperatura de trabajo del área a proteger. Los rociadores vienen con el bulbo codificado de color; los colores indican la sensibilidad de temperatura de activación, es de vital importancia la selección adecuada de un rociador para proteger de manera eficiente, sabemos que la temperatura de trabajo en una oficina con la temperatura de trabajo en una industria de hierro o metal son muy diferentes, por lo tanto no se puede seleccionar un mismo tipo de rociador con una sensibilidad de temperatura de activación, en una industria donde la temperatura del ambiente es alto, se tiene que instalar un rociador con una sensibilidad de temperatura de activación alta, así evitaremos que el rociador se active innecesariamente, porque si instalamos un rociador de temperatura de activación estándar el rociador se activará innecesariamente, en cambio en una oficina no se puede instalar un rociador de temperatura de activación alta, ya que si se instala este tipo de rociador cuando ocurra un incendio el rociador tardará mucho tiempo en activarse, porque la temperatura de activación es muy alta. Por eso es de vital importancia para el profesional que diseña identificar la temperatura de trabajo del área a proteger para así seleccionar el rociador adecuado.

Características de rociador según temperatura de actuación:

- Respuesta estándar. Ampolla 5mm
- Respuesta rápida. Ampolla 3mm

Deberán usarse rociadores de temperatura ordinaria a menos que las temperaturas en el techo sean mayores a los 100°F (37.8°C).

Rociadores de temperatura intermedia o alta podrán ser usados en riesgos ordinarios o altos.

Tabla 1: Rango de temperatura, clasificación y código de color para rociador

Temperatura máxima del cielorraso		Rango de temperatura		Clasificación de temperatura	Código de color	Colores del bulbo de vidrio
°F	°C	°F	°C			
100	38	135–170	57–77	Ordinaria	Sin color o de color negro	Naranja o rojo
150	66	175–225	79–107	Intermedia	Blanco	Amarillo o verde
225	107	250–300	121–149	Alta	Azul	Azul
300	149	325–375	163–191	Extra alta	Rojo	Morado
375	191	400–475	204–246	Muy extra alta	Verde	Negro
475	246	500–575	260–302	Ultra alta	Naranja	Negro
625	329	650	343	Ultra alta	Naranja	Negro

Fuente: NFPA 13, 2019. (p. 57).

Clasificación por tipo de Riesgo.

Los rociadores varían según el tipo de riesgo, almacenamiento, combustibilidad e índice de liberación de calor de los incendios. Para los riesgos ligero y ordinario se pueden utilizar rociadores estándar con valores de K (constante dependiente del tamaño y configuración de un orificio) nominal de hasta 8.0. Para riegos extra y de almacenamiento se deben instalar rociadores con valores de K entre 11.2 y 28.0. (NFPA 13-5-5.1).

Características de descarga de los rociadores

El factor K, la descarga relativa y la identificación del marcado de los rociadores que tengan diferentes factores K deberán ajustarse de acuerdo a la tabla.

Tabla 2: Identificación de las características de descarga de los rociadores

Factor K nominal [gpm/(psi) ^{1/2}]	Factor K nominal [L/min/(bar) ^{1/2}]	Rango del factor K [gpm/(psi) ^{1/2}]	Rango del factor K [L/min/(bar) ^{1/2}]	Porcentaje de descarga del factor K-5.6 nominal	Tipo de rosca
1.4	20	1.3–1.5	19–22	25	½ pulg. (15 mm) NPT
1.9	27	1.8–2.0	26–29	33.3	¼ pulg. (15 mm) NPT
2.8	40	2.6–2.9	38–42	50	½ pulg. (15 mm) NPT
4.2	60	4.0–4.4	57–63	75	½ pulg. (15 mm) NPT
5.6	80	5.3–5.8	76–84	100	½ pulg. (15 mm) NPT
8.0	115	7.4–8.2	107–118	140	¾ pulg. (20 mm) NPT o ½ pulg. (15 mm) NPT
11.2	160	10.7–11.7	159–166	200	½ pulg. (15 mm) NPT o ¾ pulg. (20 mm) NPT
14.0	200	13.5–14.5	195–209	250	¾ pulg. (20 mm) NPT
16.8	240	16.0–17.6	231–254	300	¾ pulg. (20 mm) NPT
19.6	280	18.6–20.6	272–301	350	1 pulg. (25 mm) NPT
22.4	320	21.3–23.5	311–343	400	1 pulg. (25 mm) NPT
25.2	360	23.9–26.5	349–387	450	1 pulg. (25 mm) NPT
28.0	400	26.6–29.4	389–430	500	1 pulg. (25 mm) NPT

Nota: Se aplica el factor K nominal para rociadores del tipo seco para la selección de los rociadores. Ver 27.2.4.10.3 sobre el uso de factores K ajustados para rociadores del tipo seco a los fines de los cálculos hidráulicos.

Fuente: NFPA 13, 2019. (p. 56)

Tamaño de orificio del rociador

$$Q = Kx\sqrt{P}$$

Q = Caudal en galones por minuto (GPM).

K = Coeficiente de descarga (Adimensional).

P = Presión en libras por pulgada cuadrada (PSI).

El rango de presiones de descarga de los rociadores oscila entre 7 y 175 PSI.

2.2.8 Clasificación de riesgos por ocupación según norma NFPA 13.

Riesgo leve.

NFPA 13 (2019). Ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja y se prevén incendios con tasas de liberación de calor relativamente bajas. (p. 32).

Riesgo ordinario (grupo 1) (OH1).

NFPA 13 (2019). Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos no excede la cantidad del almacenamiento misceláneo de clase 2,3,4, plásticos, neumáticos y papel en rollo especificada en la norma NFPA 13 tabla 4.3.1.7.1.-2019. (p. 32).

Ejemplo: Metálica, Mecánica, Ladrillera, Cerámica, etc

Riesgo ordinario (grupo 2) (OH2).

NFPA 13 (2019). Ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son de moderadas a altas, los apilamientos de los contenidos con tasas de liberación de calor moderadas no exceden de 12 pies (3.66m) y los apilamientos de los contenidos con tasas de liberación de calor altas no exceden de 8 pies (2.4m). (p. 32).

Riesgo extra (grupo 1) (EH1).

NFPA 13 (2019). Ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son muy altas y hay presencia de polvos, pelusas y otros materiales, introduciendo la probabilidad de incendios de rápido desarrollo con altas tasas de liberación de calor, pero con escasas o nulas cantidades de líquidos combustibles o inflamables. (p. 32).

Riesgo extra (grupo 2) (EH2).

NFPA 13 (2019). Ocupaciones o partes de otras ocupaciones con cantidades moderadas a sustanciales de líquidos inflamables o combustibles, u ocupaciones con una extensa protección de combustibles. (p. 32).

2.2.9 Parámetros y requerimientos para el diseño de sistema de rociadores.

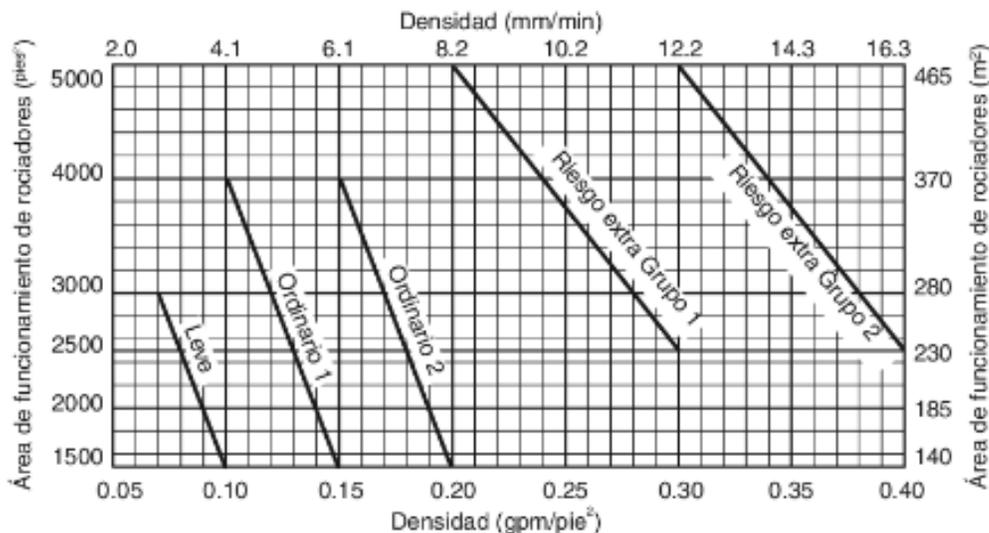
La máxima área horizontal, protegida por un montante, deberá ser como sigue: según (NFPA 13 4-4.5.1-2019)

Cuando un montante proteja a la vez riesgos altos y leves u ordinarios, el riesgo alto no deberá exceder 40,000 p² y ambos riesgos no deberán exceder el valor especificado para el riesgo menor.

Deberá considerarse solo áreas horizontales o áreas de fuego donde se supone que un solo evento de incendio puede suceder en un momento determinado.

La siguiente tabla de la curva de densidad/ área, es para determinar la demanda de agua para los rociadores.

Figura 4: Curva densidad/área



Fuente: NFPA 13 (2019)

Se usara la siguiente tabla para determinar los requisitos mínimos de suministro de agua para ocupaciones con riesgos ligeros y ordinarias protegidas por sistemas.

Tabla 3: Requisitos de suministro de agua para sistemas de rociadores por cedula de tubería.

Clasificación de la ocupación	Presión residual mínima requerida		Flujo aceptable en la base del montante (incluye asignación para chorros de mangueras)		Duración (minutos)
	psi	bar	gpm	L/min	
Riesgo leve	15	1	500-750	1900-2850	30-60
Riesgo ordinario	20	1.4	850-1500	3200-5700	60-90

Fuente: NFPA 13 (2019).

Suministro de agua.

El suministro mínimo de agua debe estar disponible para la duración mínima especificada en la siguiente tabla.

Tabla 4: caudal y tiempo requerido, según tipo de riesgo

Ocupación	Manguera interior		Manguera interior y exterior total combinada		Duración (minutos)
	gpm	L/min	gpm	L/min	
Riesgo leve	0, 50, o 100	0, 190, o 380	100	380	30
Riesgo ordinario	0, 50, o 100	0, 190, o 380	250	950	60-90
Riesgo extra	0, 50, o 100	0, 190, o 380	500	1900	90-120

Fuente: NFPA 13 (2019).

2.2.10 Riesgos por mercancía y por altura de almacenamiento.

Clasificación de mercancías en almacenamientos de gran altura.

Aquellos almacenamientos de mercancías de baja altura, hasta una altura de almacenamiento de 12 pies (3.7m), que pueden ser clasificados según la definición de la clasificación de riesgos, deben ser protegidos de acuerdo a la descripción de la clase de riesgo al que pertenece. Los almacenamientos de mercancías que están fuera de la definición de la clasificación de riesgos por ocupación, deben ser clasificados de acuerdo a la mercancía, entendiendo por mercancía, como la combinación de productos, el material de empaque y encase del producto, estos son los que de determinaran en determinar al tipo de mercancía va a pertenecer una mercancía. Para luego desarrollar la protección dependiendo el tipo de mercancía.

Clase I.

Una mercancía de clase I debe ser definida como un producto no combustible que cumple con uno de los siguientes criterios:

- Está colocado directamente sobre palés de madera.
- Está colocado en cajas de cartón corrugado de una sola capa, con sin divisores de cartulina de espesor simple, con o sin palés.
- Está envuelta con película retráctil o papel como una carga unitaria, con o sin palés.

Clase II.

Productos no combustibles que están colocados en cajones, que pueden ser de listones de madera, cajas de madera sólida, cartón corrugado de capas múltiples o materiales de embalaje combustibles equivalentes, con o sin palés.

Clase III.

Una mercancía de clase III, debe ser definida como un producto elaborado con madera, papel, fibras naturales o plásticos del grupo C, con o sin cajones, cajas o contenedores de cartón y con o sin palés.

Clase IV.

Una mercancía de clase IV, debe ser definida como un producto construido con plásticos del grupo A y B, en cajas de cartón o dentro de un contenedor de madera que contienen una mezcla de plásticos del grupo A, expandidos o no expandidos.

2.2.11 Diseño de protección de almacenes de gran altura con rociadores.

Los almacenamientos misceláneos de baja altura, altura de almacenamiento hasta 12 pies (3.7m), que cumpla con la definición de clasificación de riesgos de ocupación, deben ser protegidos de acuerdo a los criterios señalados para este tipo de riesgos.

Para desarrollar una protección adecuada al almacenamiento que cumplan con los criterios de la clasificación de mercancías de esta sección.

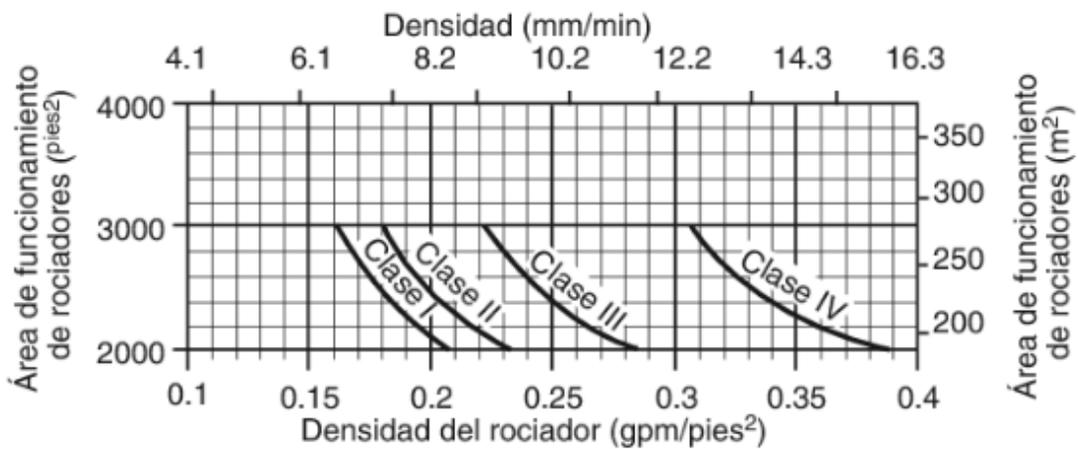
- Identificar la mercancía de almacenamiento y determinar a la clase de mercancía al que pertenece.
- Identificar como están almacenada las mercancías, en palés, estantes de doble o múltiples hilera.

- Determinar la altura de almacenamiento de la mercancía, la distancia del pasadizo.

2.2.12 Protección con modo control de densidad/área para almacenamiento de mercancías de clase I a clase IV en estanterías.

Protección para almacenes de mercancías de clase I a clase IV a más de 12 pies (3.7m) hasta 25 pies (7.6m).

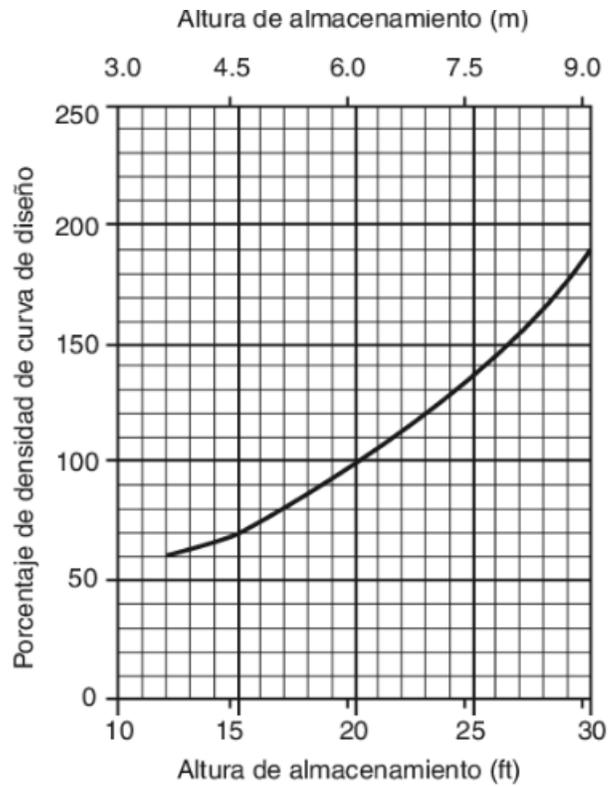
Figura 5: curva de densidad/área, según clase de mercancías



Fuente: NFPA 13, (2019).

La densidad de diseño será modificado de acuerdo a la altura de almacenamiento, con la siguiente tabla.

Figura 6: curva para ajuste de la densidad de diseño según altura de almacenamiento.



Fuente: NFPA 13, (2013)

Suministro de agua.

La reserva de agua usada por el sistema de rociadores al activarse debe abastecer un tiempo determinado según sea el caso como indica la tabla siguiente, al volumen requerido por los rociadores se le agrega el volumen de agua que va a usar la manguera interna.

Tabla 5: caudal y tiempo de duración para el abastecimiento de agua.

Tabla 20.12.2.6 Asignación para chorros de mangueras y duración del suministro de agua

Mercancía	Tipo de rociador	Tipo de espaciamiento entre rociadores	Cantidad de rociadores de cielorraso en el área de diseño ^a	Tamaño del área de diseño en el cielorraso	Asignación para chorros de mangueras		Duración del suministro de agua (minutos)
					gpm	L/min	
Mercancías de Clase I–IV, plásticos del Grupo A, palés de madera vacíos, palés de plástico vacíos y almacenamiento misceláneo	Modo de control de densidad /área (CMDA)	Estándar y de cobertura extendida	NA	Hasta 1200 pies ² (112 m ²)	250	950	60
				Más de 1200 pies ² (112 m ²) hasta 1500 pies ² (140 m ²)	500	1900	90
				Más de 1500 pies ² (140 m ²) hasta 2600 pies ² (240 m ²)	500	1900	120
				Más de 2600 pies ² (240 m ²)	500	1900	150
	Modo de control para aplicaciones específicas (CMSA)	Estándar	Hasta 12	NA	250	950	60
			Más de 12 y hasta 15	NA	500	1900	90
			Más de 15 y hasta 25	NA	500	1900	120
			Más de 25	NA	500	1900	150
			Hasta 6	NA	250	950	60
			Hasta 8 ^b	NA	250	950	60

Fuente: NFPA 13, (2019).

2.2.13 Dimensionamiento de la red de tubería

Método cédula de la tubería.

Para realizar el dimensionamiento de la tubería de la red de rociadores por método cédula de tubería, se tiene que realizar siguiendo la siguiente tabla, este método se basa en designar un diámetro de tubería para abastecer a una cantidad limitadora de rociadores dependiendo el tipo de riesgo.

Tabla 6: cédula de tubería para riesgo leve

Tabla 27.5.2.2.1 Cédulas de tubería para riesgo leve

Acero		Cobre		
		pulg.	mm	
1 pulg. (25 mm)	2 rociadores	1 pulg.	25 mm	2 rociadores
1¼ pulg. (32 mm)	3 rociadores	1¼ pulg.	32 mm	3 rociadores
1½ pulg. (40 mm)	5 rociadores	1½ pulg.	40 mm	5 rociadores
2 pulg. (50 mm)	10 rociadores	2 pulg.	50 mm	12 rociadores
2½ pulg. (65 mm)	30 rociadores	2½ pulg.	65 mm	40 rociadores
3 pulg. (80 mm)	60 rociadores	3 pulg.	80 mm	65 rociadores
3½ pulg. (90 mm)	100 rociadores	3½ pulg.	90 mm	115 rociadores
4 pulg. (100 mm)	Ver Sección 4.5	4 pulg.	100 mm	Ver Sección 4.5

Fuente: NFPA 13, (2019)

Tabla 7: cédula tubería para riesgo ordinario.

Tabla 27.5.3.4 Cédula de tubería para riesgo ordinario

Acero		Cobre	
1 pulg. (25 mm)	2 rociadores	1 pulg. (25 mm)	2 rociadores
1¼ pulg. (32 mm)	3 rociadores	1¼ pulg. (32 mm)	3 rociadores
1½ pulg. (40 mm)	5 rociadores	1½ pulg. (40 mm)	5 rociadores
2 pulg. (50 mm)	10 rociadores	2 pulg. (50 mm)	12 rociadores
2½ pulg. (65 mm)	20 rociadores	2½ pulg. (65 mm)	25 rociadores
3 pulg. (80 mm)	40 rociadores	3 pulg. (80 mm)	45 rociadores
3½ pulg. (90 mm)	65 rociadores	3½ pulg. (90 mm)	75 rociadores
4 pulg. (100 mm)	100 rociadores	4 pulg. (100 mm)	115 rociadores
5 pulg. (125 mm)	160 rociadores	5 pulg. (125 mm)	180 rociadores
6 pulg. (150 mm)	275 rociadores	6 pulg. (150 mm)	300 rociadores
8 pulg. (200 mm)	Ver Sección 4.5	8 pulg. (200 mm)	Ver Sección 4.5

Fuente: NFPA 13, (2019)

Método calculo hidráulico.

Presión.

Es una magnitud escalar que se define como la fuerza normal ejercida por un peso sobre una unidad de área determinada de una superficie. Su unidad de medida es el Pascal (Pa), la fuerza se mide e Newton (N), y el área se mide en metros cuadrados (m²).

$$P = \frac{\text{fuerza}(N)}{\text{superficie}(m^2)} \text{ (Pa) } \dots \dots \dots (1)$$

Se define presión hidrostática, a la presión ejercida por un fluido estático en un punto cualquiera hacia la superficie con el que tiene contacto directo, la presión es siempre perpendicular hacia la superficie que la contiene. La unidad es el Pascal (Pa) y se determina por el producto de la densidad del fluido, gravedad y la altura de la columna del fluido.

$$P = \rho * g * h \text{ (Pa) } \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

ρ : Densidad del fluido (Kg/m³).

g : Gravedad (m/s²).

h : Profundidad del fluido (m).

Caudal.

Se define como un volumen de un fluido que puede pasar por una sección de un ducto por unidad de tiempo.

$$Q = AxV \left(\frac{m^3}{s} \right) \dots \dots \dots (3)$$

Para sistemas de rociadores de protección contra incendio el caudal es hallado mediante el producto de la densidad (ρ) de aplicación de agua cuyas unidades son galones por minuto por pie cuadrado o también (L/min/m²) y el área de diseño o zona protegida por los rociadores cuyas unidades están en pie² o m².

$$Q = (Ax\rho) \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

Q = Caudal.

A = área de diseño.

ρ = densidad de aplicación de agua.

2.2.14 Pérdidas por fricción.

Cuando el fluido pasa por la sección de un ducto y demás accesorios que forman parte de este ducto, ocurre una pérdida de energía por la fricción que sufre el fluido con las paredes del ducto debido a la rugosidad de las paredes del ducto por donde fluye el líquido, los accesorios, la magnitud de la pérdida depende de la viscosidad del líquido, longitud del ducto, condiciones de la superficie interna del ducto.

Ecuación de Hazen – Williams para la perdida de fricción..

La siguiente formula se usa para calcular la perdida por fricción en la tuberías.

$$P_F = \frac{4.52 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * d^{4.87}} (psi/ft)$$

Donde:

P_F : es la pérdida por fricción $\left(\frac{psi}{ft}\right)$

C: es la constante de hazen – williams.

Q: cauda (gpm).

d: diámetro interno de la tubería (pulg.).

Ecuación para determinar la presión por elevación.

$$P_E = 0.4329 * L \text{ (PSI)}.$$

Donde:

P_E : la presión por elevación

L : diferencia de nivel (en pies)

Pérdida total P_t (PSI)

$$P_t = P_f + P_E \text{ (PSI)}$$

Tabla 8: tabla de valores para la constante C , que se usa en la ecuación de pérdida de por fricción.

Tabla 27.2.4.8.1 Valores C de Hazen–Williams

Tubería o tubo	Valor C^*
De hierro dúctil o fundido sin revestimiento	100
De acero negro (sistemas secos, incluidos sistemas de acción previa)	100
De acero negro (sistemas húmedos, incluidos sistemas tipo diluvio)	120
De acero galvanizado (sistemas secos, incluidos sistemas de acción previa)	100
De acero galvanizado (sistemas húmedos, incluidos sistemas tipo diluvio)	120
De plástico (listado) — todos	150
De hierro dúctil o fundido con revestimiento de cemento	140
Tubo de cobre, de latón o acero inoxidable	150
De asbesto cemento	140
De concreto	140

*Se permite que la autoridad competente admita otros valores C .

Fuente: NFPA 13, (2019)

Altura dinámica total (TDH).

Una bomba debe vencer la resistencia de un sistema de bombeo para lograr que el líquido fluya totalmente en el sistema, esta resistencia al flujo del líquido es conocida como Altura Dinámica Total del sistema (TDH) la cual es la suma de dos partes:

$$\text{TDH} = \text{Altura Estática} + \text{Altura Dinámica.}$$

Todos los valores de altura son medidos en metros o pies.

Altura estática.

Representa la resistencia del sistema antes de que el fluido entre en movimiento, los componentes primarios de la altura estática son las diferencias de elevación entre la superficie del líquido al punto de descarga, la altura estática también cuenta con el diferencial de presión entre el punto de succión y el punto de descarga, la cual no varía con la capacidad.

Altura dinámica.

Representa la resistencia del sistema mientras el fluido bombeado está en movimiento, estas pérdidas de altura dinámica, aparecen una vez que el líquido comienza a fluir a través del sistema de bombeo. Estas pérdidas son debidas a la fricción siendo llamadas pérdidas por fricción y están en función de la capacidad.

Las pérdidas de altura dinámica están compuestas de dos partes:

- Cada elemento del sistema de bombeo contribuye a las pérdidas de altura dinámica a través de las pérdidas por fricción.
- Acelerar el fluido bombeado de cero a una velocidad final requiere energía, esto es conocido como columna de velocidad.

La cavitación.

Es el cambio de fase repentino del agua, pasar del estado líquido al estado gaseoso y nuevamente volver al estado líquido, cuando la presión del agua baja por debajo de la presión de vapor a una temperatura determinada, se forman burbujas e implosiones, este fenómeno ocasiona severos daños a los equipos o accesorios por donde el líquido fluye.

2.2.15 Componentes de un sistema de bombeo

- Bomba y motor (eléctrico/Diésel)
- Tablero controlador.
- Línea de succión.- plato vortex, válvula OS&Y, Acoples flexibles, reducción excéntrica, manovacuometro de succión.
- Línea de descarga. Reducción concéntrica, Acoples flexibles, válvula de Recirculación de Carcaza, válvula Eliminadora de Aire, válvula check, válvula de corte.
- Línea de prueba.- medidor de caudal, válvula de control o cabezal de prueba con válvulas angulares.
- Línea censorsa de presión. Instalado entre tablero controlador y tubería de descarga de bomba contra incendio tubería de cobre, bronce, acero inoxidable (materiales a prueba de corrosión)
- Sistema de presurización. Electrobomba Jockey.

Bomba contra incendio.

Las bombas contra incendio son usadas para proveer o incrementar la presión de suministro de agua disponible de suministros principales, tanques de gravedad, embalses y otras fuentes.

Una bomba contra incendio es un dispositivo diseñado, fabricado, instalado y mantenido con el único y solo propósito de salvar vidas humanas.

Unidades de medición

LPS: litros por segundo.

M³/H: metros cúbicos por hora LPM: Litros por minuto.

GPM: Galones por minuto.

Otros términos que definen la presión de una bomba.

TDH: Total Dynamic Head.

ADT: Altura Dinámica Total HEAD: Cabeza.

Unidad de medición: metros, PSI, Poundal Square Inch: Lb/Pulg²

Tipos de succión

Succión positiva. El eje de la bomba está por debajo del nivel de agua en la cisterna o fuente de agua desde donde se abastece la bomba.

Succión negativa. El eje de la bomba está por encima del nivel de agua en la cisterna o fuente de agua desde donde se abastece la bomba.

Las bombas deberán proporcionar no menos del 150% de la capacidad nominal a no menos del 65% de la potencia nominal total. (Ver figura A.6.2 de la Norma).

Figura 7: curva característica de la bomba.

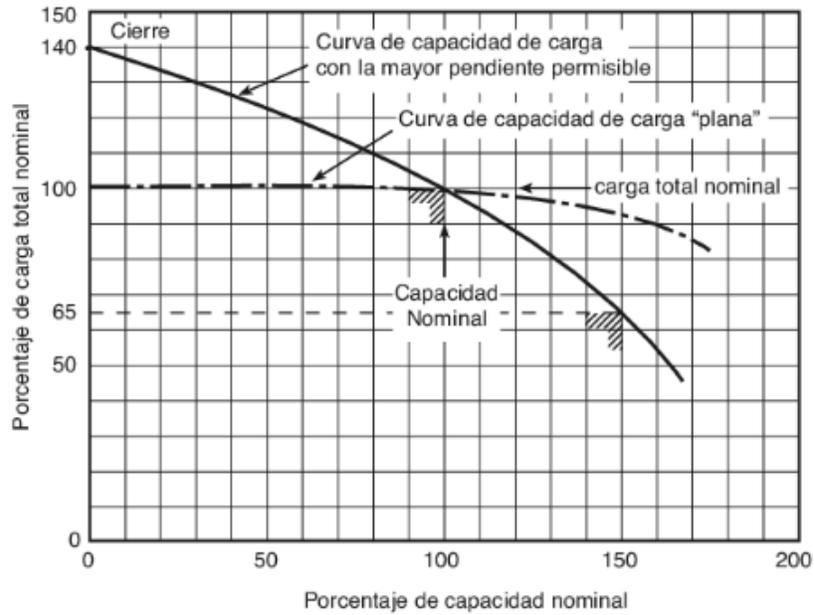


FIGURA A.6.2 Curvas de características de la bomba.

Fuente: NFPA 20 (2013)

Tabla 9: Capacidades de bombas centrífugas contra incendios según NFPA.

gpm	L/min.	gpm	L/min.
25	95	1,000	3,785
50	189	1,250	4,731
100	379	1,500	5,677
150	568	2,000	7,570
200	757	2,500	9,462
250	946	3,000	11,355
300	1,136	3,500	13,247
400	1,514	4,000	15,140
450	1,703	4,500	17,032
500	1,892	5,000	18,925
750	2,839		

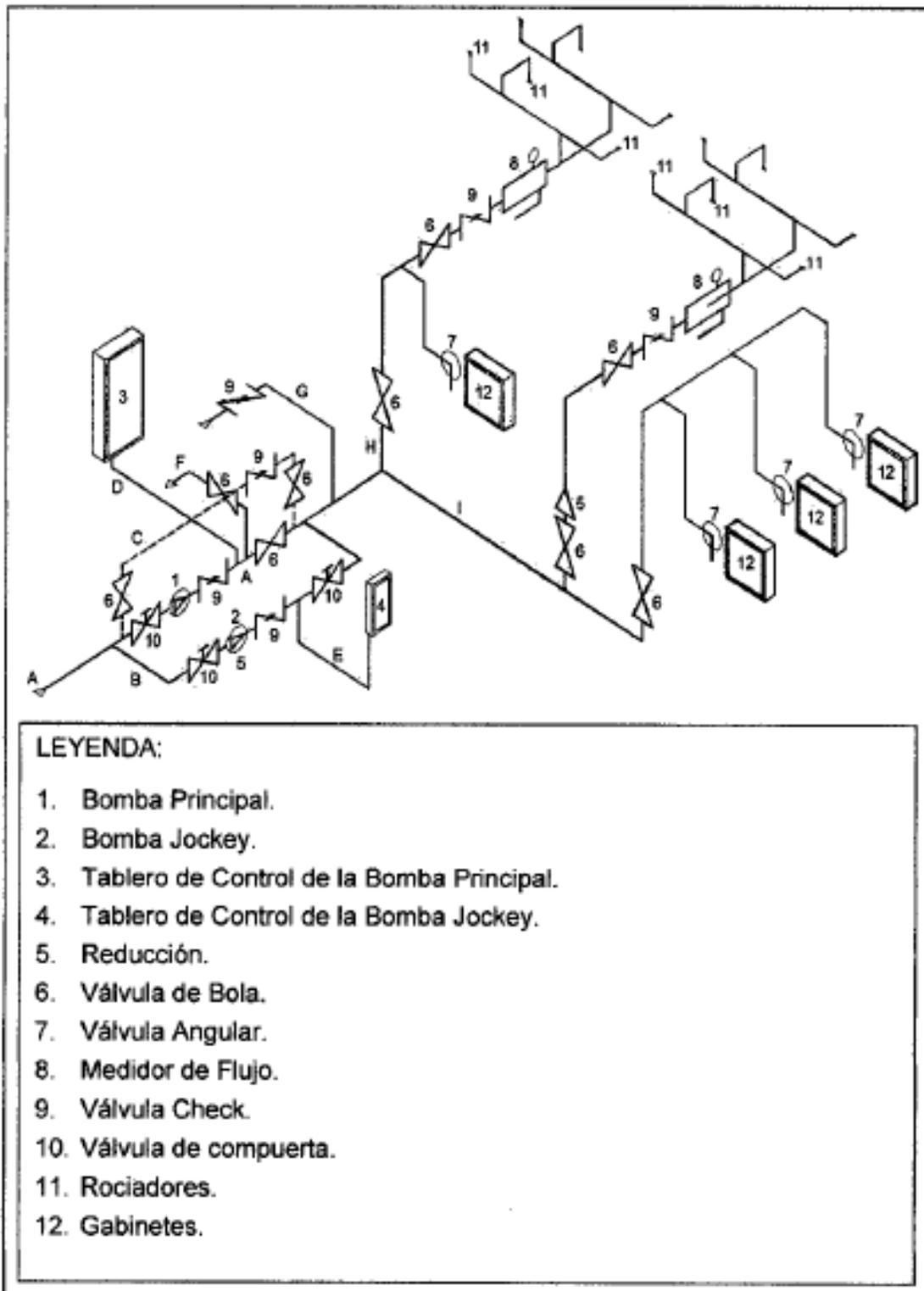
Fuente: NFPA 20 (2013)

Bomba Jockey.

Las bombas de mantenimiento de presión no requieren ser listadas. Las bombas de mantenimiento de presión deberán ser aprobadas.

La bomba jockey usa el 1% de la capacidad nominal de la bomba y agregar 10 PSI (0.7 bar) a la clasificación de presión de la bomba contra incendios.

Figura 8: Diagrama General de un sistema de protección contra incendio típico



Fuente: Trabajo de suficiencia. Cahuana P. Víctor p. 35 (2017)

2.3 Definición de términos básicos.

Acrílicos.

Fibras y materiales plásticos que se obtienen por polimerización del ácido acrílico (líquido incoloro, de olor picante, soluble en agua, que se forma por oxidación de acroleína) o de sus derivados.

Polímeros.

Grandes moléculas, formadas por muchas unidades pequeñas que se repiten, llamadas monómeras. Están formadas por C e H. en menor proporción O, N, S.

Tabla 10: unidades de conversión.

tipo de riesgo	Área máxima para una montante
Riesgo leve	52,000 ft2 (4,837m2)
Riesgo ordinario	52,000 ft2 (4,837m2)
Riesgo extra – calculado hidráulicamente.	40,000 ft2 (3,720m2)
Almacenamiento en pilas de gran altura.	40,000 ft2 (3,720m2)
Almacenamiento en estanterías.	40,000 ft2 (3,720m2)

Fuente: elaboración propia.

CAPITULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1 Modelo de Solución Propuesto.

3.1.1 Parámetros de diseño y análisis de riesgo.

Unidades que se usaran en el desarrollo del proyecto

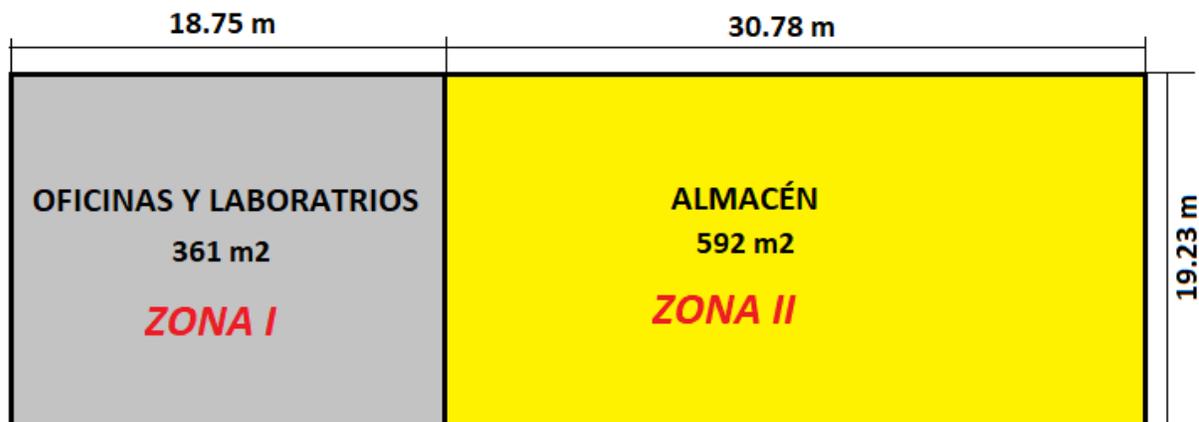
El sistema proyectado será abastecido de agua mediante un sistema de bombeo, completamente automático, la red de estará presurizada, que actuará automáticamente ante la apertura de un rociador o cualquiera de las válvulas angulares.

Para realizar el diseño de protección contra incendio mediante rociadores automáticos, se tiene que determinar el tipo de riesgo y realizar la protección que requiere dependiendo del tipo de riesgo que posee el local.

Características del local.

Para determinar el riesgo, el área total del local se va a dividir en dos zonas, I y II, esto básicamente porque estas zonas tienen usos diferentes, y por lo tanto tienen riesgos diferentes. Cada tipo de riesgo tiene una protección diferente.

Figura 9: local dividido en dos zonas, por tener diferente uso cada Zona



Fuente: elaboración propia.

Área total techada del local: 952.46 m2.

Zona I.

Área techada de la zona I es 361 m2, cuenta con dos pisos, los ambientes de esta zona son áreas administrativas y áreas de laboratorio dental.

Zona II.

Área techada de la zona II: 592 m2, esta zona es un almacén de un solo piso, aquí se almacenan productos odontológicos, el almacenamiento es en estanterías tipo palet.

3.1.2 Desarrollo del proyecto en la zona I.

Clasificación de riesgo según ocupación.

está zona se clasifica como riesgo ordinario grupo 2 (HO2), básicamente porque la mayoría de las áreas de esta zona, son áreas de laboratorio odontológico y manipulación de productos, donde se cuenta con presencia de productos químicos como, resinas, acrílicos en polvo y líquido, y otros productos de uso odontológico.

Figura 10: ejemplo de las ocupaciones de riesgo ordinario grupo II

A.4.3.4 Las ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 2) incluyen ocupaciones con condiciones y usos similares a los siguientes:

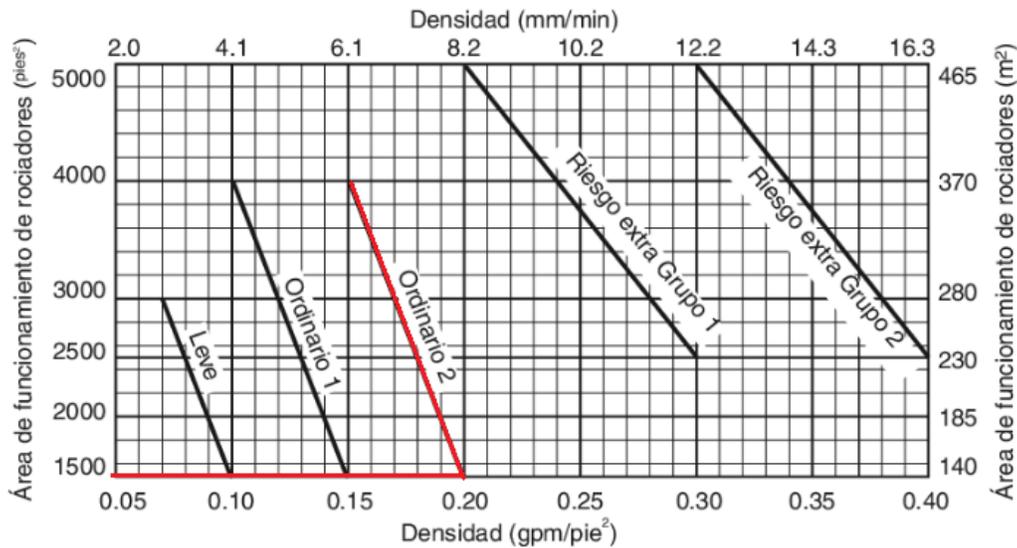
- (1) Instalaciones agrícolas
- (2) Caballerizas y establos
- (3) Molinos cerealeros
- (4) Plantas químicas — productos químicos ordinarios
- (5) Productos de confitería
- (6) Destilerías
- (7) Tintorerías (lavado en seco)
- (8) Muelles exteriores de carga (tener en cuenta que los muelles exteriores de carga utilizadas únicamente para la carga y descarga de combustibles ordinarios deberían clasificarse como OH2. Para la manipulación de líquidos

Fuente: NFPA, (2019)

Selección del área de diseño y la densidad, según tipo de riesgo.

Determinamos la densidad (caudal requerido de agua por unidad de área) y el área de operación máxima de rociadores (se entiende como el área máxima que se puede extender un incendio), seleccionamos el punto donde se requiere menor caudal para los rociadores, para la clase riesgo ordinario grupo 2 (H02).

Figura 11: selección de la curva densidad/área para riesgo ordinario grupo 2 (H02).



Fuente: NFPA 13, (2019)

De la tabla de área/densidad se obtiene los siguientes datos:

$$\text{densidad } (\partial) = 0.20 \text{ gpm/pie}^2$$

$$\text{area de cobertura } (A_o) = 1500 \text{ pie}^2$$

Selección del rociador y ajuste del área de diseño.

Esta zona se va a proteger con rociadores de cobertura extendida, y de respuesta rápida y de temperatura de activación ordinaria, $K = 11.2$

Tabla 11: selección del rociador cobertura extendida y de respuesta rápida

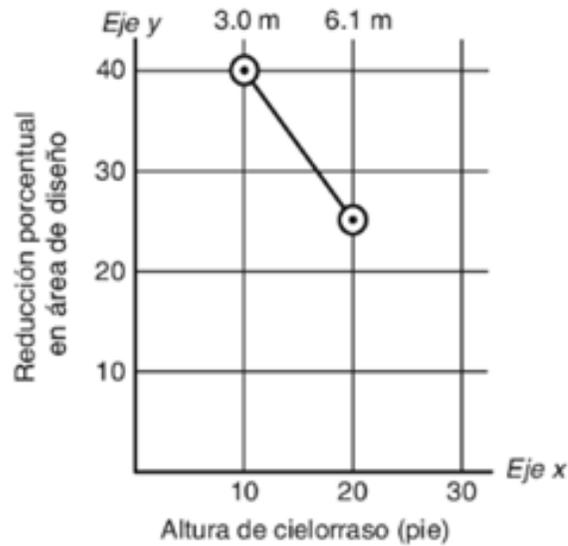
Factor K nominal [gpm/(psi) ^{1/2}]	Factor K nominal [L./min./ (bar) ^{1/2}]	Rango del factor K [gpm/(psi) ^{1/2}]	Rango del factor K [L./min./ (bar) ^{1/2}]	Porcentaje de descarga del factor K-5.6 nominal	Tipo de rosca
1.4	20	1.3-1.5	19-22	25	½ pulg. (15 mm) NPT
1.9	27	1.8-2.0	26-29	33.3	½ pulg. (15 mm) NPT
2.8	40	2.6-2.9	38-42	50	½ pulg. (15 mm) NPT
4.2	60	4.0-4.4	57-63	75	½ pulg. (15 mm) NPT
5.6	80	5.3-5.8	76-84	100	½ pulg. (15 mm) NPT
8.0	115	7.4-8.2	107-118	140	¾ pulg. (20 mm) NPT o ½ pulg. (15 mm) NPT
11.2	160	10.7-11.7	159-166	200	½ pulg. (15 mm) NPT o ¾ pulg. (20 mm) NPT
14.0	200	13.5-14.5	195-209	250	¾ pulg. (20 mm) NPT
16.8	240	16.0-17.6	231-254	300	¾ pulg. (20 mm) NPT
19.6	280	18.6-20.6	272-301	350	1 pulg. (25 mm) NPT
22.4	320	21.3-23.5	311-343	400	1 pulg. (25 mm) NPT
25.2	360	23.9-26.5	349-387	450	1 pulg. (25 mm) NPT
28.0	400	26.6-29.4	389-430	500	1 pulg. (25 mm) NPT

Nota: Se aplica el factor K nominal para rociadores del tipo seco para la selección de los rociadores. Ver 27.2.4.10.3 sobre el uso de factores K ajustados para rociadores del tipo seco a los fines de los cálculos hidráulicos.

Fuente: NFPA 13, (2019).

Como el rociador seleccionado es de tipo respuesta rápida, se realiza una modificación al área de diseño seleccionada, dependiendo la altura del cielorraso, de acuerdo a la siguiente curva.

Figura 12: curva para ajustar la densidad/área.



Nota: $y = \frac{-3x}{2} + 55$ para unidades de uso habitual en los Estados Unidos

Nota: $y = -4.8x + 54.6$ para unidades S.I.

Para altura de cielorraso ≥ 10 pies y ≤ 20 pies, $y = \frac{-3x}{2} + 55$

Para altura de cielorraso < 10 pies, $y = 40$

Fuente: NFPA 13, (20139)

Como indica la tabla para altura de cielorraso menores a 10 pies (3m), el área de diseño se debe reducir en un 40 por ciento.

$$\text{area de cobertura } (A) = 0.6 * A_o$$

$$A = 900\text{pie}^2$$

Cálculo del caudal y presión para el sistema.

Determinamos el caudal requerido por todos los rociadores abiertos al producirse un incendio. (Q_R)

$$Q_R = \partial * A$$

$$Q_R = 0.20\text{gpm}/\text{pie}^2 * 900\text{pie}^2$$

$$Q_R = 180\text{gpm}$$

Determinamos el caudal de la manguera interior, ya que el local solo posee mangueras dentro de la instalación. (Q_G)

Tabla 12: Caudal de la manguera, y tiempo de duración.

Ocupación	Manguera interior		Manguera interior y exterior total combinada		Duración (minutos)
	gpm	L/min	gpm	L/min	
Riesgo leve	0, 50, o 100	0, 190, o 380	100	380	30
Riesgo ordinario	0, 50, o 100	0, 190, o 380	250	950	60-90
Riesgo extra	0, 50, o 100	0, 190, o 380	500	1900	90-120

Fuente: NFPA 13, (2019)

De la tabla se determina que el caudal requerido para la manguera, para riesgo ordinario.

$$Q_G = 100\text{gpm}$$

$$\text{duracion } (t) = 70\text{minutos}$$

Cálculo del volumen de la cisterna, para abastecer al sistema.

Como el sistema es combinado, sistema de rociadores y gabinetes, para determinar el caudal requerido por ambos sistemas, el caudal total requerido es la sumatorias de los caudales requeridos por cada sistema.

$$Q_T = Q_R + Q_G$$

$$Q_T = 180\text{gpm} + 100\text{gpm}$$

$$Q_T = 280\text{gpm}$$

Calculo del volumen de agua contra incendio (ACI) de agua que se requiere para el sistema. (V_C)

Según la tabla se determina que ante un incendio debe haber una reserva de agua por 70 minutos.

$$V_C = Q_T * t$$

Donde:

$V_C = \text{volumen de la cisterna}$

$Q_T = \text{caudal total}$

$t = \text{tiempo de reserva de agua según tabla (en minutos)}$.

$$V_C = \frac{280g}{m} * 70m * \left(\frac{3.785L}{gal}\right) * \left(\frac{1m^3}{1000L}\right)$$

Para cuestión de construcción de cisterna

$$V_C \approx 75m^3$$

Cantidad de rociadores y área de protección.

De la siguiente tabla se selecciona el área de cobertura y el espaciamiento de un rociador de cobertura extendida y de respuesta rápida.

Tabla 13: Área de protección y espaciamiento de rociadores de cobertura extendida.

Tipo de construcción	Riesgo leve		Riesgo ordinario		Riesgo extra	
	Área de protección [pie2 (m²)]	Espaciamiento [pie (m)]	Área de protección [pie2 (m²)]	Espaciamiento [pie (m)]	Área de protección [pie2 (m²)]	Espaciamiento [pie (m)]
No obstruida	400 (37)	20 (6.1)	400 (37)	20 (6.1)	—	—
	324 (30)	18 (5.5)	324 (30)	18 (5.5)	—	—
	256 (24)	16 (4.9)	256 (24)	16 (4.9)	—	—
	—	—	196 (18)	14 (4.3)	196 (18)	14 (4.3)
	—	—	144 (13)	12 (3.7)	144 (13)	15 (4.6)
No combustible obstruida (cuando esté específicamente listada para tal uso)	400 (37)	20 (6.1)	400 (37)	20 (6.1)	—	—
	324 (30)	18 (5.5)	324 (30)	18 (5.5)	—	—
	256 (24)	16 (4.9)	256 (24)	16 (4.9)	—	—
	—	—	196 (18)	14 (4.3)	196 (18)	14 (4.3)
	—	—	144 (13)	12 (3.7)	144 (13)	15 (4.6)

Fuente: NFPA 13, (2019)

Se selecciona 144pie^2 como área de protección del rociador, porque la cantidad mínima de rociadores que deben activarse al ocurrir un incendio debe ser 5 rociadores como mínimo, si se toma las otras áreas de protección al calcular la cantidad de rociadores resultan menos de 5 rociadores, por ello es la única opción que cumple.

$$Nr = A/Ar$$

Donde:

Nr: cantidad de rociadores

A: área de cobertura máxima del diseño

Ar: area de cobertura por cada rociador

$$Nr = 900\text{pie}^2/144\text{pie}^2$$

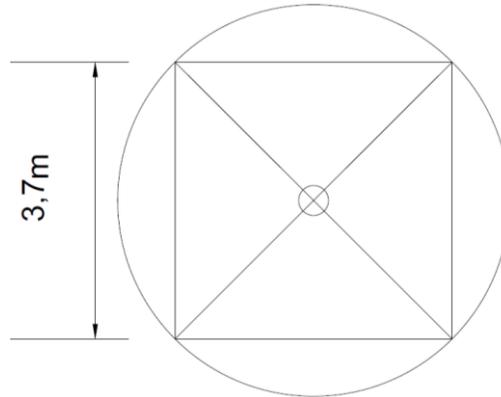
$$Nr = 6.25 \approx \text{redondeando al inmediato superior } 7 \text{ rociadores}$$

Determinamos el lado (L) del cuadrado equivalente de área de cobertura del rociador.

$$L = \sqrt{144 \text{ ft}^2 \times 0.0929 \text{ m}^2/\text{ft}^2}$$

$$L = 3.7 \text{ metros}$$

Figura 13: área de cobertura del rociador, y el espaciamiento entre rociadores.



Fuente: elaboración propia.

Caudal mínimo requerido por cada rociador.

$$Q_R = 180 \text{ gpm}$$

$$Nr = 7 \text{ rociadore}$$

$$q = 180 \text{ gpm} / 7$$

$$q = 25.7 \text{ gpm}$$

Determinación de la forma del área de diseño del sistema.

Determinamos el área hidráulicamente más desfavorable, y la forma del área de diseño, de la misma forma determinamos la cantidad de rociadores por cada ramal del área de diseño.

Evaluamos los rociadores que se va a abrir al ocurrir un incendio.

Área de diseño, la distancia entre rociadores (S) es de 3.7m

$$Cr = 1.2 * \sqrt{A/S}$$

Donde:

Cr : es la cantidad de rociadores.

A : es el area de diseño.

S: es la distancia entre rociadores.

$$Cr = 1.2 * \frac{\sqrt{900ft^2}}{3.7m} * \left(\frac{0.3048m}{1ft}\right)$$

$$Cr = 2.96 \text{ rociadores}$$

Redondeamos al inmediato superior, entonces habrá 4 rociadores por cada ramal.

3.1.3 Trazado de la red de rociadores en el primer piso.

Se realizó el trazado de las líneas de la red de rociadores en el primer piso, teniendo como base el área de cobertura máxima del rociador que es de 144 pies² (13.69m²) y la distancia entre rociadores que es de 3.7 m.

En el trazado de la red de rociadores, en algunos casos se ha disminuido la distancia mínima entre rociadores, para proteger todas las áreas de las oficinas así como de laboratorios que están divididos en áreas, pero manteniendo que la distancia máxima entre rociadores no pase de 3.7 m y el área de cobertura máxima por el rociador.

Trazado de línea de red de rociadores, el dimensionamiento de la red tubería del sistema de rociadores se realizó usando la tabla cedula por tubería, para riesgo ordinario.

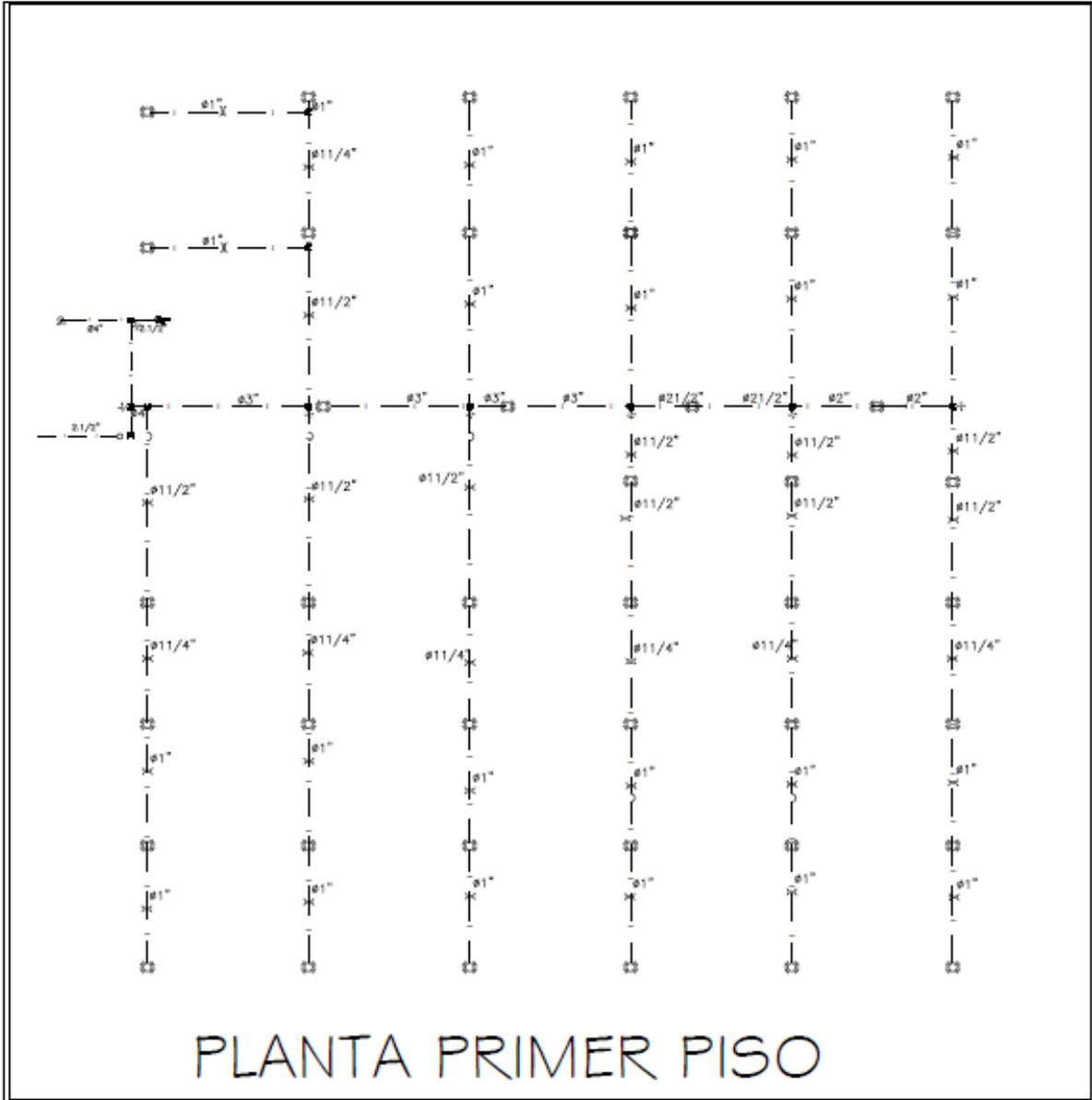
Tabla 14: dimensionamiento de la red de sistema de rociadores

Tabla 27.5.3.4 Cédula de tubería para riesgo ordinario

Acero		Cobre	
1 pulg. (25 mm)	2 rociadores	1 pulg. (25 mm)	2 rociadores
1¼ pulg. (32 mm)	3 rociadores	1¼ pulg. (32 mm)	3 rociadores
1½ pulg. (40 mm)	5 rociadores	1½ pulg. (40 mm)	5 rociadores
2 pulg. (50 mm)	10 rociadores	2 pulg. (50 mm)	12 rociadores
2½ pulg. (65 mm)	20 rociadores	2½ pulg. (65 mm)	25 rociadores
3 pulg. (80 mm)	40 rociadores	3 pulg. (80 mm)	45 rociadores
3½ pulg. (90 mm)	65 rociadores	3½ pulg. (90 mm)	75 rociadores
4 pulg. (100 mm)	100 rociadores	4 pulg. (100 mm)	115 rociadores
5 pulg. (125 mm)	160 rociadores	5 pulg. (125 mm)	180 rociadores
6 pulg. (150 mm)	275 rociadores	6 pulg. (150 mm)	300 rociadores
8 pulg. (200 mm)	Ver Sección 4.5	8 pulg. (200 mm)	Ver Sección 4.5

Fuente: NFPA 13, (2019)

Figura 14: arreglo de la red de sistema de rociadores en el piso 1.



Fuente: elaboración propia.

Cantidad de rociadores en el piso. 45 rociadores.

El dimensionamiento de la red de tubería de sistema de rociadores según la tabla por el método de cedula de tubería.

Figura 15: arreglo de la red de sistema de rociadores en el piso 2.



Fuente: elaboración propia

Cantidad de rociadores en el segundo piso: 36 rociadores.

El dimensionamiento de la red de tubería del sistema de rociadores por método cédula de tubería.

3.1.4 Desarrollo de sistema de protección contra incendio en la zona II.

La zona II, ya cuenta con protección contra incendio mediante rociadores, desarrollaremos un cálculo para calcular la demanda de agua que se va a requerir para seleccionar el equipo de bombeo.

Los tipos de rociadores que están instaladas en esta zona son de tipo cobertura extendida $k=11.2$

Identificación de la clase de mercancía de la zona.

Los estantes del almacén son de hileras dobles y múltiples, mediante palés convencionales de madera, las mercancías están en cajas de cartón simples.

Esta zona es un almacén de un solo piso.

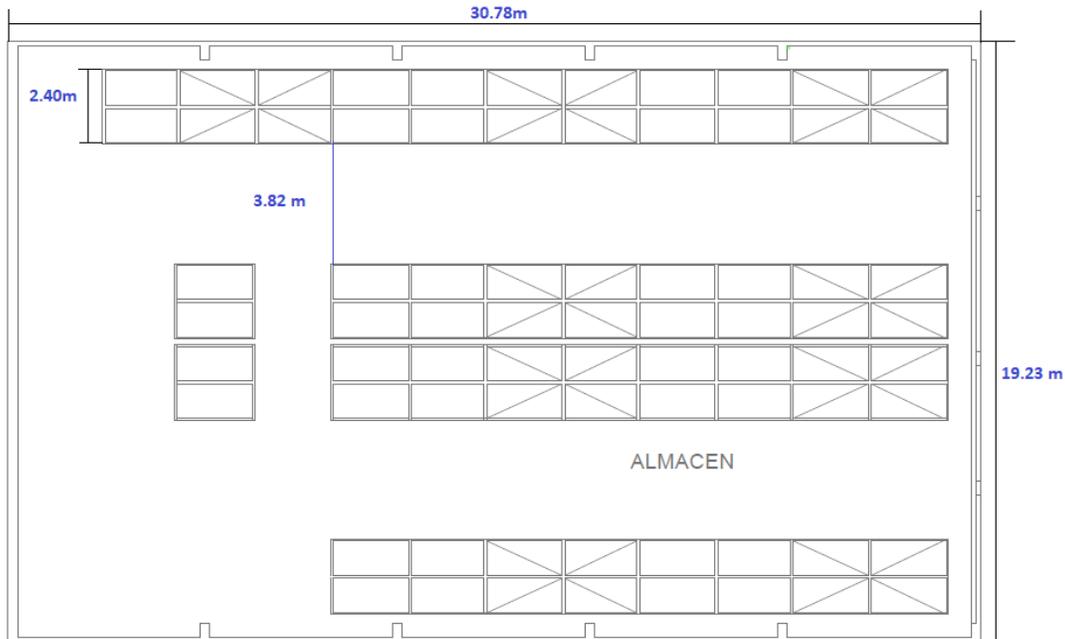
La altura del piso hasta el cielorraso es de 25 pies (7.6m).

La altura de la estantería de almacén es de 21 pies (6.4m)

La distancia del pasadizo entre estanterías es de 3.81m.

El ancho de la estantería es de 2.4m.

Figura 16: vista de planta del área de almacén.



Fuente: empresa tarrillo Barba.

Los almacenes de gran altura o aquellos que no cumplan con la descripción de clasificación de riesgo por ocupación, se toma como referencia el capítulo 20 y 21 de la norma NFPA 13 2019, la altura de almacenamiento máximo permitido para ser clasificado dentro de riesgos por ocupación es de 3.7m.

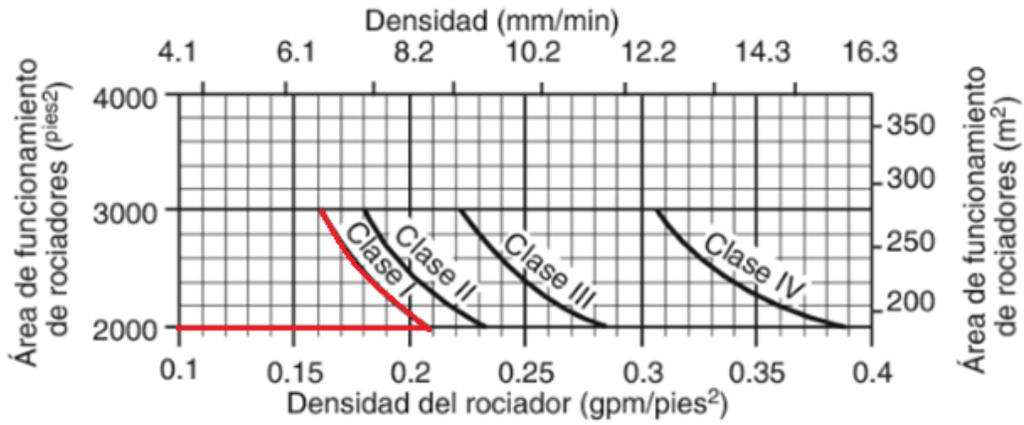
Clasificación según mercancías.

El almacén pertenece a la Clase I, las mercancías de la clase I, están colocados directamente sobre palés de madera, están colocadas en cajas de cartón corrugado de una sola capa.

Desarrollo del cálculo según modo control densidad/área (CMDA).

El almacén pertenece a la clase I, se selecciona la densidad y el área de diseño por la siguiente curva.

Figura 17: selección de densidad y el área de diseño, clase I.



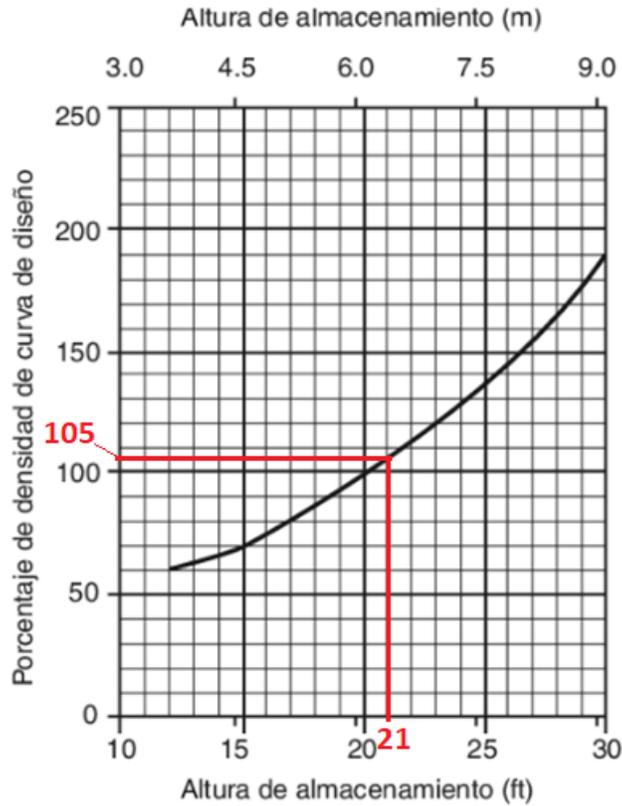
Fuente: NFPA 13, (2019)

$$\text{densidad } (\partial o) = 0.21 \text{ gpm/pie}^2$$

$$\text{area de cobertura } (A) = 2000 \text{ pie}^2$$

Se aplica la curva del siguiente grafico para ajustar la densidad (∂o) dependiendo la altura de almacenamiento de las mercancías.

Figura 18: curva para reajustar el área de diseño según altura de almacenamiento,



Fuente: NFPA 13, (2019)

$$\text{densidad } (\partial) = 1.05 * \partial_o = 1.05 * \frac{0.21 \text{ gpm}}{\text{pie}^2}$$

$$\text{densidad } (\partial) = 0.22 \text{ gpm/pie}^2$$

Determinamos el caudal requerido por los rociadores (Q_D).

$$Q_D = \partial * A$$

$$Q_D = 0.22 \text{ gpm/pie}^2 * 2000 \text{ pie}^2$$

$$Q_D = 440 \text{ gpm}$$

Determinamos el caudal requerido por la manguera interior del gabinete según la tabla siguiente. (Q_G)

Tabla 15: selección del caudal de manguera y el tiempo de duración.

Mercancía	Tipo de rociador	Tipo de espaciamiento entre rociadores	Cantidad de rociadores de ciclorraso en el área de diseño ^a	Tamaño del área de diseño en el ciclorraso	Asignación para chorros de mangueras		Duración del suministro de agua (minutos)
					gpm	L./min	
Mercancías de Clase I–IV, plásticos del Grupo A, palés de madera vacíos, palés de plástico vacíos y almacenamiento misceláneo	Modo de control de densidad /área (CMDA)	Estándar y de cobertura extendida	NA	Hasta 1200 pies ² (112 m ²)	250	950	60
				Más de 1200 pies ² (112 m ²) hasta 1500 pies ² (140 m ²)	500	1900	90
				Más de 1500 pies ² (140 m ²) hasta 2600 pies ² (240 m ²)	500	1900	120
				Más de 2600 pies ² (240 m ²)	500	1900	150
	Modo de control para aplicaciones específicas (CMSA)	Estándar	Hasta 12	NA	250	950	60
			Más de 12 y hasta 15	NA	500	1900	90
			Más de 15 y hasta 25	NA	500	1900	120
			Más de 25	NA	500	1900	150
			Hasta 6	NA	250	950	60
			Hasta 8 ^b	NA	250	950	60

Fuente: NFPA 13, (2019).

$$Q_G = 500\text{gpm}$$

$$\text{duracion } (t) = 120 \text{ minutos}$$

Como el sistema es combinado, sistema de rociadores y gabinetes, para determinar el caudal requerido por ambos sistemas, el caudal total requerido es la sumatoria de los caudales requeridos por cada sistema.

$$Q_T = Q_D + Q_G$$

$$Q_T = 440\text{gpm} + 500\text{gpm}$$

$$Q_T = 940\text{gpm}$$

Calculo de la capacidad de la cisterna

Calculo del volumen de agua contra incendio (ACI) de agua que se requiere para el sistema. (V_C)

Según la tabla se determina que ante un incendio debe haber una reserva de agua por 120 minutos.

$$V_C = Q_T * t$$

Donde:

V_C = volumen de la cisterna

Q_T = caudal total

t = tiempo de reserva de agua según tabla (en minutos).

$$V_C = \frac{940g}{m} * 120m * \left(\frac{3.785L}{gal}\right) * \left(\frac{1m^3}{1000L}\right)$$

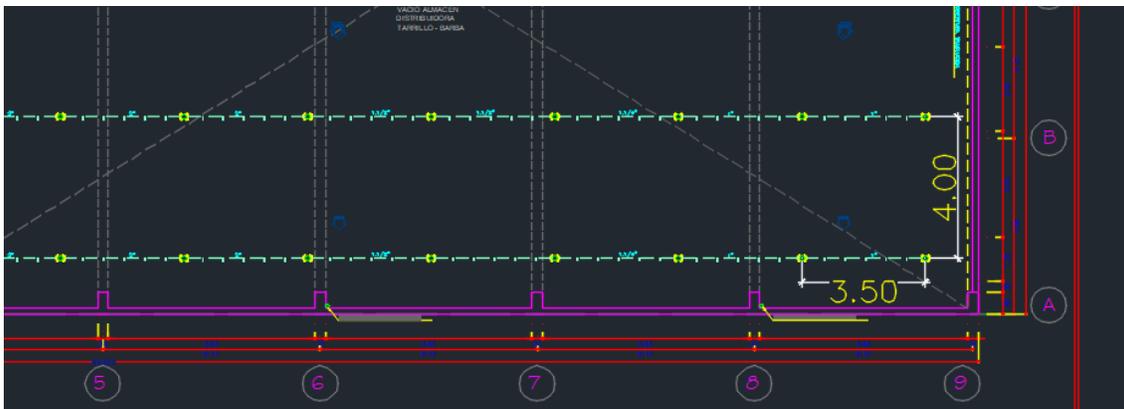
$$V_C = 426.9m^3$$

Para cuestión de construcción de la cisterna

$$V_C = 430m^3$$

Calculo de cantidad de rociadores que se abren al ocurrir un incendio (Nr).

Figura 19: distancia entre ramal y entre ramales.



Fuente: empresa tarrillo barba.

$$Nr = A/Ar$$

$$Ar = S * L$$

Donde:

Nr: cantidad de rociadores

A: área de cobertura máxima del diseño

Ar: area de cobertura por cada rociador

S: distancia entre rociadores de un ramal

L: distancia entre ramales

$$Ar = 3.5m * 4m = 14m^2$$

$$Ar = 150.6pie^2$$

$$Nr = 2000pie^2 / 150.6pie^2$$

$$Nr = 13.28 \approx \text{redondeando al inmediato superior } 14 \text{ rociadores}$$

Tabla 16: área de protección y espaciamiento máximo de un rociador de cobertura extendida.

Tipo de construcción	Riesgo leve		Riesgo ordinario		Riesgo extra		Almacenamiento en pilas de gran altura	
	Área de protección [pie2 (m²)]	Espaciamiento [pie (m)]	Área de protección [pie2 (m²)]	Espaciamiento [pie (m)]	Área de protección [pie2 (m²)]	Espaciamiento [pie (m)]	Área de protección [pie2 (m²)]	Espaciamiento [pie (m)]
No obstruida	400 (37)	20 (6.1)	400 (37)	20 (6.1)	—	—	—	—
	324 (30)	18 (5.5)	324 (30)	18 (5.5)	—	—	—	—
	256 (24)	16 (4.9)	256 (24)	16 (4.9)	—	—	—	—
	—	—	196 (18)	14 (4.3)	196 (18)	14 (4.3)	196 (18)	14 (4.3)
	—	—	144 (13)	12 (3.7)	144 (13)	15 (4.6)	144 (13)	15 (4.6)
No combustible obstruida (cuando esté específicamente listada para tal uso)	400 (37)	20 (6.1)	400 (37)	20 (6.1)	—	—	—	—
	324 (30)	18 (5.5)	324 (30)	18 (5.5)	—	—	—	—
	256 (24)	16 (4.9)	256 (24)	16 (4.9)	—	—	—	—
	—	—	196 (18)	14 (4.3)	196 (18)	14 (4.3)	196 (18)	14 (4.3)
	—	—	144 (13)	12 (3.7)	144 (13)	15 (4.6)	144 (13)	15 (4.6)

Fuente: NFPA 13, (2019)

Definición del área hidráulicamente más desfavorable.

Determinamos el área hidráulicamente más desfavorable, y definimos la forma del área de diseño evaluamos los rociadores que se va a abrir al ocurrir un incendio.

Área de diseño, la distancia entre rociadores (S) es de 3.5m

$$Cr = 1.2 * \sqrt{A/S}$$

Donde:

Cr : es la cantidad de rociadores.

A : es el area de diseño.

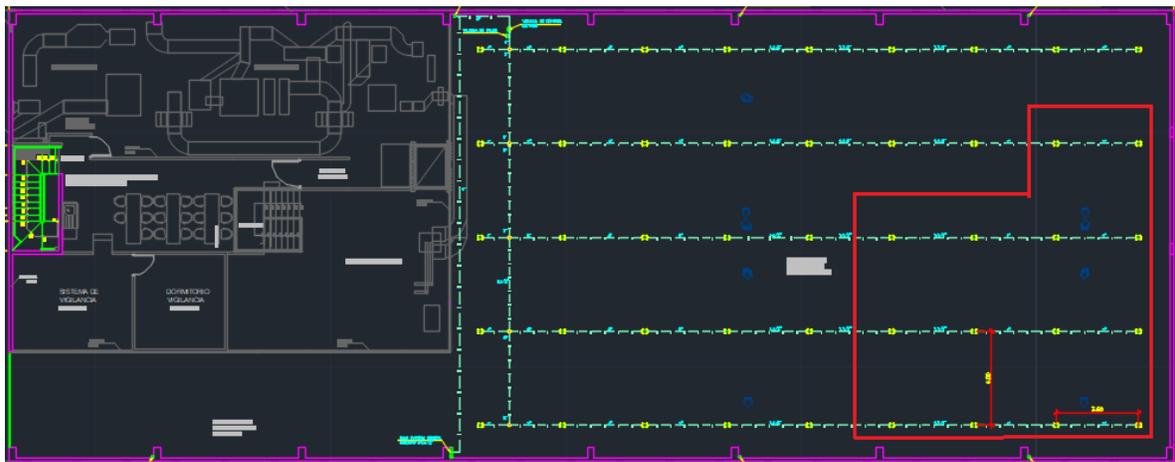
S : es la distancia entre rociadores.

$$Cr = 1.2 * \frac{\sqrt{2000ft^2}}{3.5m} * \left(\frac{0.3048m}{1ft}\right)$$

$$Cr = 3.89 \text{ rociadores}$$

Redondeamos al inmediato superior, entonces habrá 4 rociadores por cada ramal.

Figura 20: ubicación del área de diseño más desfavorable



Fuente: elaboración propia.

La forma del área de diseño más desfavorable es un rectángulo de 3 ramales con 4 rociadores por ramal más dos rociadores en el cuarto ramal, en total son 14 rociadores que se espera que se activen cuando ocurra un incendio.

Determinamos el caudal requerido por cada rociador $K = 11.2gpm/\sqrt{PSI}$

$$Q_R = \partial * Ar$$

Donde:

Q_R : caudal mínimo requerido de un rociador más desfavorable

Ar : área de cobertura de cada rociador = 150.6 pie^2

∂ : densidad de descarga = 0.22 gpm/pie^2

$$Q_R = \frac{0.22 \text{ gpm}}{\text{pie}^2} * 150.6 \text{ pie}^2$$

$$Q_R = 33.1 \text{ gpm}$$

Definimos la presión que requiere el rociador en el punto más desfavorable del sistema P (PSI).

$$Q_R = Kx\sqrt{P}$$

$$P = (Q_R/K)^2$$

$$P = \left[(33.1 \text{ gpm}) / \left(\frac{1.2 \text{ gpm}}{\sqrt{\text{PSI}}} \right) \right]^2$$

$$P = 8.73 \text{ psi}$$

Cálculo hidráulico del área hidráulicamente más desfavorable.

El área hidráulicamente más desfavorable, es para desarrollar un cálculo hidráulico partiendo teniendo en como base el caudal y la presión mínima que requiere el rociador que se encuentra en el lugar más desfavorable hidráulicamente, es decir que si realizamos el cálculo garantizando al rociador un caudal y presión.

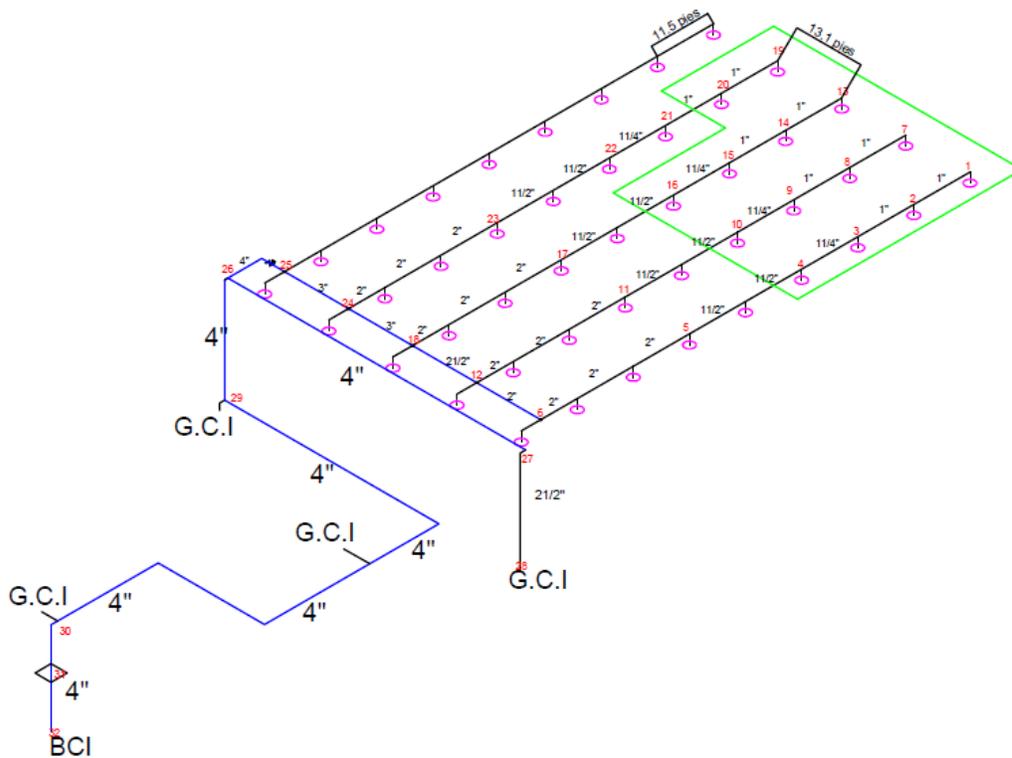
Para el desarrollo del cálculo hidráulico, se va escoger el rociador y el área de diseño hidráulicamente más desfavorable, desde aquí se realizara el cálculo hidráulico, para desarrollar un cálculo correcto, cada descarga de agua se va identificar con

número al que llamaremos nodos, el cálculo se realizara desde el rociador más desfavorable hasta llegar al cabezal de descarga de la bomba.

Es importante precisar que el cálculo se basa solo para el área de diseño, que en el procedimiento anterior se identifico está área con la cantidad de rociadores que componen está área de diseño, el resto de los rociadores que no están dentro de Esta área de diseño no se toma en cuenta.

Para el desarrollo del cálculo hidráulico se van a utilizar las siguiente formulas.

Figura 21: Vista isométrico del arreglo de rociadores, ubicados en el almacén



Pérdida de presión por la fricción.

$$P = \frac{4.52 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * d^{4.87}} (psi/ft)$$

Caudal en función de factor k y la presión.

$$Q = K * \sqrt{P}$$

Presión de elevación: está formula se utiliza donde hay des niveles.

$$P_E = 0.4329 * H(\text{desnivel})$$

En los cálculos anteriores se determinó el caudal y la presión mínimo que se requiere el sistema para el rociador más desfavorable.

caudal minimo requerido (q): 33.1 gpm

presion minimo requerido (p): 8.73psi

a. Nodo 1-2.

Tabla 17: datos para el desarrollo del nodo 1-2

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 1-2 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
1	11.2	33.1	8.73	11.5	5	1	1.049	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{1-2} = \frac{4.52 * 33.1^{1.85}}{120^{1.85} * 1.049^{4.87}} * 16.5$$

$$P_{1-2} = 5.453(\text{psi})$$

Presión total en el nodo 2.

$$P_2 = 8.73 + 5.453 = 14.187(\text{psi})$$

Caudal de salida en el rociador 2.

$$Q_2 = 11.2 * \sqrt{14.187} = 42.19\text{gpm}$$

Caudal total que entra al tramo 1-2.

$$Q_t = 33.1 + 42.19 = 75.29\text{gpm}$$

b. Nodo 2-3.

Tabla 18: datos para el desarrollo del nodo 2-3.

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 2-3 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
2	11.2	75.29	14.187	11.5	5	1	1.049	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{2-3} = \frac{4.52 * 75.29^{1.85}}{120^{1.85} * 1.049^{4.87}} * 16.5$$

$$P_{2-3} = 24.939(psi)$$

Presión total en el nodo 3.

$$P_3 = 14.187 + 24.939 = 39.126(psi)$$

Caudal de salida en el rociador 3.

$$Q_3 = 11.2 * \sqrt{39.126} = 70.06gpm$$

Caudal total que entra al tramo 2-3.

$$Q_t = 75.29 + 70.06 = 145.34gpm$$

c. Nodo 3-4.

Tabla 19: datos para el desarrollo del nodo 3-4.

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 3-4 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
3	11.2	145.34	39.126	11.5	6	1.25	1.38	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{3-4} = \frac{4.52 * 145.34^{1.85}}{120^{1.85} * 1.38^{4.87}} * 17.5$$

$$P_{3-4} = 23.491(psi)$$

Presión total en el nodo 4.

$$P_4 = 39.126 + 23.491 = 62.618(psi)$$

Caudal de salida en el rociador 4.

$$Q_4 = 11.2 * \sqrt{62.618} = 88.63gpm$$

Caudal total que entra al tramo 3-4.

$$Q_t = 145.34 + 88.63 = 233.97gpm$$

d. Nodo 4-5.

Tabla 20: datos para el desarrollo del nodo 4-5

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 4-5 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
4	11.2	233.97	62.618	23	16	1.5	1.61	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{4-5} = \frac{4.52 * 233.97^{1.85}}{120^{1.85} * 1.61^{4.87}} * 39$$

$$P_{4-5} = 59.62(psi)$$

Presión total en el nodo 5.

$$P_5 = 62.618 + 59.62 = 122.242(psi)$$

No hay gasto de caudal, el nodo 5 es solo un nudo de referencia.

$$Q_5 = 0gpm$$

Caudal total que entra al tramo 4-5.

$$Q_t = 233.97 + 0 = 233.97gpm$$

e. Nodo 5-6.

Tabla 21: datos para el desarrollo del nodo 5-6

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 5-6 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
5	0	233.97	122.242	30.41	30	2	2.067	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{5-6} = \frac{4.52 * 233.97^{1.85}}{120^{1.85} * 2.067^{4.87}} * 60.41$$

$$P_{5-6} = 27.353(psi)$$

Presión total en el nodo 6.

$$P_6 = 122.242 + 27.353 = 149.59(psi)$$

El nudo 6 alimenta al ramal de los rociadores 1, 2, 3, y 4, en el arreglo de la red de rociadores, se observa que los nudos 6, 12, y 18 alimentan a 4 rociadores por cada ramal, estos tres nudos tienen una simetría en cuanto a la cantidad de rociadores, por lo que para fines de cálculo, se va a considerar que el gasto de caudal requerido por los rociadores 1, 2, 3, y 4, se toma como un solo rociador con un caudal Q_6 en el nudo 6, que

representa el gasto de los rociadores 1, 2, 3, y 4, este caudal se va a considerar como un caudal requerimiento mínimo $Q_6 = 233.97 gpm$, entonces a partir de esta premisa se va a calcular el factor K. para luego calcular los gastos de los nudos 12 y 18 con este factor K calculado.

Caudal total que entra al tramo 5-6.

$$Q_6 = 233.97 gpm$$

$$K = Q_6 / \sqrt{P_6}$$

$$K = 233.97 gpm / \sqrt{149.59 psi}$$

Este es el factor que se usará para los nudos 12 y 18

$$K = 19.1$$

f. Nodo 6-12.

Tabla 22: datos para el desarrollo del nodo 6-12

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 6-12 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
6	19.1	233.97	149.59	13.1	10	2	2.067	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{6-12} = \frac{4.52 * 233.97^{1.85}}{120^{1.85} * 2.067^{4.87}} * 23.1$$

$$P_{6-12} = 10.46(psi)$$

Presión total en el nodo 12.

$$P_{12} = 149.59 + 10.46 = 160.054(psi)$$

Caudal de salida en el nudo 12.

$$Q_{12} = 19.1 * \sqrt{160.05} = 241.89gpm$$

Caudal total que entra al tramo 6-12.

$$Q_t = 233.97 + 241.89 = 475.86gpm$$

g. Nodo 12-18.

Tabla 23: datos para el desarrollo del nodo 12-18

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 12-18 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
12	19.1	475.86	160.05	13.1	12	2.5	2.469	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{12-18} = \frac{4.52 * 475.86^{1.85}}{120^{1.85} * 2.469^{4.87}} * 25.1$$

$$P_{12-18} = 17.78(psi)$$

Presión total en el nodo 2.

$$P_{18} = 160.05 + 17.78 = 177.84(psi)$$

h. Nodo 18-24.

Caudal de salida en el nodo 18.

$$Q_{18} = 19.1 * \sqrt{177.84} = 254.98gpm$$

Caudal total que entra al tramo 12-18.

$$Q_t = 475.86 + 254.98 = 730.84gpm$$

Tabla 24: datos para el desarrollo del nodo 18-24

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 18-24 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
18	19.1	730.84	177.84	13.1	15	3	3.068	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{18-24} = \frac{4.52 * 730.84^{1.85}}{120^{1.85} * 3.068^{4.87}} * 28.1$$

$$P_{18-24} = 15.29(psi)$$

Presión total en el nodo 24.

$$P_{24} = 177.84 + 15.29 = 193.13(psi)$$

Caudal de salida en el nodo 24, no podemos usar el mismo factor K, ya que el nudo 24 solo alimenta 2 rociadores, determinaremos el gasto

en caudal que requieren los rociadores 19 y 20.

Procedemos al cálculo de caudal y presión.

Asumimos que es el rociador 19 es el más desfavorable hidráulicamente, entonces por dato se ha determinado que el caudal mínimo es 33.1gpm con una presión mínima de 8,734 psi, partiendo con estos datos, calculamos

todo el gasto requerido por los dos rociadores.

Rociador 19:

$$Q_{19} = 33.1 \text{ gpm, este es minimo}$$

$$P_{19} = 8.734 \text{ (psi), presion minima}$$

$$K = 11.2$$

Perdida por fricción en el tramo 18-20.

$$P_{19-20} = \frac{4.52 * 33.1^{1.85}}{120^{1.85} * 1.049^{4.87}} *$$

Nodo 19-20.

Tabla 25: datos para el desarrollo del nodo 19-20

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 19-20 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
19	11.2	33.1	8.73	11.5	5	1	1.049	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{19-20} = \frac{4.52 * 33.1^{1.85}}{120^{1.85} * 1.049^{4.87}} * 16.5$$

$$P_{19-20} = 5.453 \text{ (psi)}$$

$$P_{18-24} = 15.29 \text{ (psi)}$$

Como mínimo estos dos rociadores, siempre asumiendo el caudal y presión mínima requerida.

$$Q_2 = 11.2 * \sqrt{14.187} = 42.19 \text{ gpm}$$

Caudal total que entra al tramo 19-24.

$$Q_t = 33.1 + 42.19 = 75.29 \text{ gpm}$$

Presión total en el nodo 2. $P_{20} =$

$$8.73 + 5.453 = 14.187 \text{ (psi)}$$

Caudal de salida en el rociador 20.

$$Q_2 = 11.2 * \sqrt{14.187} = 42.19 \text{ gpm}$$

Caudal total que entra al tramo 19-20.

$$Q_t = 33.1 + 42.19 = 75.29 \text{ gpm}$$

Nodo 20-21.

Tabla 26: datos para el desarrollo del nodo 20-21

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 20-21 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
20	11.2	75.29	14.19	11.5	5	1	1.049	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{20-21} = \frac{4.52 * 75.29^{1.85}}{120^{1.85} * 1.049^{4.87}} * 16.5$$

$$P_{20-21} = 24.94(\text{psi})$$

Presión total en el nodo 21.

$$P_{21} = 14.19 + 24.94 = 39.13(\text{psi})$$

No hay gasto de caudal de salida en el rociador 21.

$$Q_{21} = 0 \text{ gpm}$$

Caudal total que entra al tramo 20-21.

$$Q_t = 75.29 + 0 = 75.29 \text{ gpm}$$

Nodo 21-22.

Tabla 27: datos para el desarrollo del nodo 21-22

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 21-22 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
21	0	75.29	39.13	11.5	6	1.25	1.38	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{21-22} = \frac{4.52 * 75.29^{1.85}}{120^{1.85} * 1.38^{4.87}} * 17.5$$

$$P_{21-22} = 6.957(psi)$$

Presión total en el nodo 22.

$$P_{22} = 39.13 + 6.957 = 46.08(psi)$$

No hay gasto de caudal de salida en el rociador 22.

$$Q_{22} = 0gpm$$

Caudal total que entra al tramo 21-22.

$$Q_t = 75.29 + 0 = 75.29gpm$$

Nodo 22-23.

Tabla 28: datos para el desarrollo del nodo 22-23

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 22-23 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
22	0	75.29	46.08	23	16	1.5	1.61	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{22-23} = \frac{4.52 * 75.29^{1.85}}{120^{1.85} * 1.61^{4.87}} * 39$$

$$P_{22-23} = 7.318(psi)$$

Presión total en el nodo 23.

$$P_{23} = 46.08 + 7.318 = 53.401(psi)$$

No ha consumo de caudal de salida en el rociador 23.

$$Q_{23} = 0gpm$$

Caudal total que entra al tramo 22-23.

$$Q_t = 75.29 + 0 = 75.29gpm$$

Nodo 23-24.

Tabla 29: datos para el desarrollo del nodo 23-24

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 23-24 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
23	0	75.29	53.401	30.41	30	2	2.067	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{23-24} = \frac{4.52 * 75.29^{1.85}}{120^{1.85} * 2.067^{4.87}} * 60.41$$

$$P_{23-24} = 3.357(psi)$$

Presión total en el nodo 24.

$$P_{24} = 53.401 + 3.357 = 56,758(psi)$$

Se observa que la presión en el nodo 24 es 56.758psi, sin embargo en el cálculo del nodo 18-24, la presión calculado es de 193.13 psi, no puede haber dos presiones diferentes en el mismo punto, por lo que se procede a realizar el balance, tomando como presión de trabajo 193.13 psi.

i. Nodo 24-25.

Tabla 30: datos para el desarrollo del nodo 24-25

Calculamos el facto K, con el caudal y presión obtenido en la derivación del ramal del nodo 24.

$$Q_{23-24} = 75.401gpm$$

$$P_{24} = 53.401(psi)$$

Calculamos el factor K.

$$K = 75.401/\sqrt{53.401}$$

$$K = 10.0$$

Calculamos el caudal que ingresa al tramo 23-24. Usando el K hallado pero con la presión de trabajo P=193.13psi

$$Q_{23-24} = 10 * \sqrt{193.13}$$

$$Q_{23-24} = 138.88gpm$$

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 24-25 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
24	10.0	869.72	193.13	31.1	15	3	3.068	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{25} = 193.13 + 21.097 = 214.23(\text{psi})$$

$$P_{24-25} = \frac{4.52 * 869.72^{1.85}}{120^{1.85} * 3.068^{4.87}} * 28.1$$

No hay gasto en el nodo 25.

$$Q_{25} = 0 \text{ gpm}$$

$$P_{24-25} = 21.097(\text{psi})$$

Caudal total que entra al tramo 24-25.

Presión total en el nodo 25.

$$Q_t = 869.72 + 0 = 869.72 \text{ gpm}$$

j. Nodo 25-26.

Tabla 31: datos para el desarrollo del nodo 25-26

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 25-26 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
25	0	869.72	214.23	12.23	20	4	4.026	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

Presión total en el nodo 26.

$$P_{25-26} = \frac{4.52 * 869.72^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 32.23$$

$$P_6 = 214.23 + 6.442 = 220.67(\text{psi})$$

$$P_{25-26} = 6.442(\text{psi})$$

No hay gasto en el nodo 26.

$$Q_{26} = 0 \text{ gpm}$$

$$Q_t = 869.72 + 0 = 869.72 \text{ gpm}$$

Caudal total que entra al tramo 25-26.

Nodo 26-27.

Este nodo es para la alimentación a la manguera, según norma el caudal requerido es de 500gpm para una protección modo control de densidad/ área (CMDA), y la presión que se requiere en el extremo de la manguera es de 65 psi, según norma, vamos a calcular las perdidas por fricción, y determinar que presión llega a la manguera.

Tabla 32: datos para el desarrollo del nodo 26-27

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 26-27 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
26	0	500	220.67	61	10	4	4.026	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{27} = 220.67 - 5.096 = 215.57 \text{ (psi)}$$

$$P_{26-27} = \frac{4.52 * 500^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 71$$

No hay gasto en el nodo 27.

$$P_{26-27} = 5.096 \text{ (psi)}$$

$$Q_{27} = 0 \text{ gpm}$$

Caudal total que entra al tramo 26-27.

Presión total en el nodo 27.

$$Q_t = 500 \text{ gpm}$$

Nodo 27-28.

Tabla 33: datos para el desarrollo del nodo 27-28

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 27-28 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
27	0	500	215.57	20	30	2.5	2.469	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_E = 20 * 0.4329 = 8.658(\text{psi})$$

$$P_{27-28} = \frac{4.52 * 500^{1.85}}{120^{1.85} * 2.469^{4.87}} * 50$$

Presión en la manguera, nodo 28.

$$P_{28} = 215.57 - 38.82 + 8.658$$

$$P_{27-28} = 38.82(\text{psi})$$

$$P_{28} = 185.4(\text{psi})$$

Calculamos la presión de elevación.

Continuamos con el cálculo hidráulico desde el nodo 26.

k. Nodo 26-29.

Tabla 34: datos para el desarrollo del nodo 26-29

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 26-29 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
26	11.2	1369.72	220.67	16	20	4	4.026	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

Presión de elevación.

$$P_{26-29} = \frac{4.52 * 1369.72^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 36$$

$$P_E = 16 * 0.4329 = 6.926(\text{psi})$$

$$P_{26-29} = 16.67(\text{psi})$$

Presión total en el nodo 29.

$$P_{29} = 220.67 + 16.67 + 6.926$$

$$Q_{29} = 0 \text{ gpm}$$

Caudal total que entra al tramo 1-2.

$$P_{29} = 244.269(\text{psi})$$

$$Q_t = 1369.72 \text{ gpm}$$

No hay gasto en el nodo 29.

I. Nodo 29-30.

Tabla 35: datos para el desarrollo del nodo 29-30

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 29-30 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
29	0	1369.72	244.27	123	80	4	4.026	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{29-30} = \frac{4.52 * 1369.72^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 203$$

$$P_{29-30} = 94.011(\text{psi})$$

Presión total en el nodo 30.

$$P_{30} = 244.27 + 94.011 = 338.28(\text{psi})$$

No hay gasto en el nodo 30

$$Q_{30} = 0 \text{ gpm}$$

Caudal total que entra al tramo 29-30.

$$Q_t = 1369.72 + 0 = 1369.72 \text{ gpm}$$

m. Nodo 30-31.

Tabla 36: datos para el desarrollo del nodo 30-31

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 30-31 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	
30	0	1369.72	338.28	9	40	4	4.026	120

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{30-31} = \frac{4.52 * 1369.72^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 49$$

$$P_{30-31} = 22.69(psi)$$

Presión de elevación

$$P_E = 0.4329 * 9(psi)$$

$$P_E = 3.89psi$$

Presión total en el nodo 31.

$$P_{31} = 338.28 + 22.69 + 3.89$$

$$P_{31} = 364.86(psi)$$

No hay gasto en el 31.

$$Q_{31} = 0gpm$$

Caudal total que entra al tramo 30-31.

$$Q_t = 1369.72gpm$$

n. Nodo 31-32.

Tabla 37: datos para el desarrollo del nodo 31-32

nodo	factor K	caudal (gpm)	presión (PSI)	Longitud equivalente nodo 31-32 (Leq.)		Diámetro tubería		factor C
				tubo (ft)	Acce. (ft)	nominal	interno	

31	0	1369.72	364.86	10	32	4	4.026	120
----	---	---------	--------	----	----	---	-------	-----

Fuente: elaboración propia.

Desarrollo:

Perdida por fricción.

$$P_{31-32} = \frac{4.52 * 1369.72^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 42$$

$$P_{31-32} = 19.45(psi)$$

Presión total en el nodo 31.

$$P_{32} = 364.86 + 19.45 + 4.33$$

$$P_{32} = 388.64(psi)$$

$$Q_{32} = 1369.72gpm$$

Presión de elevación

$$P_E = 0.4329 * 10(psi)$$

$$P_E = 4.33psi$$

Del cálculo hidráulico se determina que el caudal que se requiere es de 1369.72 gpm, con una presión de 388.64 PSI.

Se puede observar que la presión es muy alto, esto debido que hay demasiado pérdida de presión por fricción.

La red rociadores de esta área del almacén están instaladas, las dimensiones de la tuberías de la instalación.

Para poder disminuir las pérdidas de presión por fricción se va a redimensionar las tuberías, para optimizar el sistema.

El redimensionamiento de la red de las tuberías se realiza en una hoja Excel por el método cálculo hidráulico.

3.1.5 Redimensionamiento de la red de cálculo hidráulico tubería para optimizar el sistema existente.

Tabla 38: cuadro de resumen de diámetro modificado.

DIMENSIONAMIENTO DE LA RED TUBERÍA DEL SISTEMA DE ROCIADORES DEL ALMACÉN - MEDIANTE EL CALCULO HIDRAULICO DEL SISTEMA										
			caudal mínimo (q): 33.1 gpm			presión mínimo requerido (P) = 8.73 PSI				
#	Nodo	Factor	Elevación pies	GPM	Presión Residual (psi)	Diam. Nom	Q(gpm)	(psi/ft)	Long. Tub(ft) LE acc (ft) Long total(ft)	PF (psi)
	Inicio	K				Diam. Int.	Vel. (ft/s)	acc		PE (psi)
	Fin	Nodo				Valor C		gpo		PV (psi)
1-2	1	11.2	25	33.10	8.73	1	33.10	0.3305	11.5	5.4531
	2	11.2	25	42.19	14.19	1.049 120	12.29	T	5 16.5	1.0161
2-3	2	11.2	25	42.19	14.19	1.25	75.29	0.3975	11.5	6.9566
	3	11.2	25	51.50	21.14	1.38 120	16.15	T	6 17.5	1.7551
3-4	3	11.2	25	51.50	21.14	1.5	126.79	0.4921	11.5	9.5969
	4	11.2	25	62.10	30.74	1.61 120	19.98	T	8 19.5	2.6867
4-5	4	11.2	25	62.10	30.74	2	188.88	0.3047	23	13.1031
	5	0.0	25	0.00	43.84	2.067 120	18.06	2T	20 43	2.1949
5-6	5	0.0	25	0.00	43.84	2.5	188.88	0.1282	30.41	8.5167
	6	0.0	25	0.00	52.36	2.469 120	12.66	3T	36 66.41	1.0782
6-12	6	26.1	25	188.8 8	52.36	2.5	188.88	0.1282	13.1	3.2189
	12	26.1	25	194.5 8	55.58	2.469 120	12.66	T	12 25.1	1.0782
12-18	12	26.1	25	194.5 8	55.58	3	383.46	0.1650	13.1	4.6373
	18	26.1	25	202.5 3	60.22	3.068 120	16.64	T	15 28.1	1.8638

18-24	18 24	26.1 0.0	25 25	202.5 3 0.00	60.22 70.38	3 3.068 120	586.00 25.43	0.3616 T	13.1 15 28.1	10.1621 4.3526
19-20	19 20	11.2 11.2	25 25	33.10 42.19	8.73 14.19	1 1.049 120	33.10 12.29	0.3305 T	11.5 5 16.5	5.4531 1.0161
20-21	20 21	11.2 0.0	25 25	42.19 0.00	14.19 21.14	1.25 1.38 120	75.29 16.15	0.3975 T	11.5 6 17.5	6.9566 1.7551
21-22	21 22	0.0 0.0	25 25	0.00 0.00	21.14 24.80	1.5 1.61 120	75.29 11.86	0.1876 T	11.5 8 19.5	3.6590 0.9473
22-23	22 23	0.0 0.0	25 25	0.00 0.00	24.80 27.19	2 2.067 120	75.29 7.20	0.0556 2T	23 20 43	2.3896 0.3487
23-24	23 24	0.0 14.0	25 25	0.00 75.29	27.19 28.75	2.5 2.469 120	75.29 5.05	0.0234 3T	30.41 36 66.41	1.5532 0.1713
24-25	24 25	14.0 0.0	25 25	117.8 0 0.00	70.38 74.85	4 4.026 120	703.80 17.74	0.1351 T	13.1 20 33.1	4.4722 2.1173
25-26	25 26	0.0 0.0	25 25	0.00 0.00	74.85 79.48	4 4.026 120	703.80 17.74	0.1351 2E+1V	12.23 22 34.23	4.6249 2.1173
26-27	26 27	0.0 0.0	25 25	500.0 0 0.00	79.48 72.94	4 4.026 120	500.00 12.60	0.0718 1E+1T	61 30 91	6.5321 1.0686
27-28	27 28	0.0 0.0	25 5	0.00 0.00	72.94 79.45	4 4.026 120	500.00 12.60	0.0718 E	20 10 30	2.1534 8.6580 1.0686
26-29	28 29	0.0 0.0	25 9	0.00 0.00	79.48 99.53	4 4.026 120	1203.80 30.34	0.3647 2E	16 20 36	13.1294 6.9264 6.1943
29-30	29	0.0	9	0.00	99.53	6	1203.80	0.0496	123.19	11.8586

	30	0.0	9	0.00	111.39	6.065 120	13.37	4E+2T	116 239.19	1.2027
30-31	30	0.0	9	0.00	111.39	6	1203.80	0.0496	9	1.1403
	31	0.0	0	0.00	116.43	6.065 120		13.37	1E	14 23
31-32	31	0.0	0	0.00	116.43	6	1203.80	0.0496	10	2.0823
	32	0.0	-10	0.00	122.84	6.065 120		13.37	1VC+VR	32 42
ALTURA DINAMICA TOTAL TDH CAUDAL 1203.8 GPM PSI 112.84 PSI										
 <ul style="list-style-type: none"> presión en el nodo (psi) caudal que pasa por el tramo (gpm) presión mínimo requerido por el sistema (psi) caudal mínimo requerido por el sistema (gpm) caudal y presión en el tramo de para la manguera contra incendio 										

3.2 Resultados

3.2.1 Zona I.

Tipo de riesgo según ocupación: riesgo ordinario del grupo 2 (OH2).

Densidad (ρ) = 0.20 gpm/pie^2

Área de diseño (A_o) = 900 pie^2

Tipo de rociador: cobertura extendida K=11.2

Caudal mínimo del rociador: 25.7gpm

Cantidad de rociadores por el área de diseño: 7 rociadores

Cantidad de rociadores en el piso 1: 45 rociadores.

Cantidad de rociadores en el piso 2: 36 rociadores.

Cantidad total de rociadores: 81 rociadores.

Caudal del sistema: 280gpm

Capacidad de la cisterna: 75m³

3.2.2 Zona II.

Tipo de mercancía: clase I

Densidad (ρ) = $0.22\text{gpm}/\text{pie}^2$

Área de diseño (A_o) = 2000pie^2

Tipo de rociador: cobertura extendida K=11.2

Caudal mínimo del rociador: 33.1gpm

Presión mínima del sistema: 8.73psi

Cantidad de rociadores por el área de diseño: 14 rociadores

Caudal del sistema: 1203.8gpm

Capacidad de la cisterna: 112.84m³

Selección de equipo

gpm	L/min.	gpm	L/min.
25	95	1,000	3,785
50	189	1,250	4,731
100	379	1,500	5,677
150	568	2,000	7,570
200	757	2,500	9,462
250	946	3,000	11,355
300	1,136	3,500	13,247
400	1,514	4,000	15,140
450	1,703	4,500	17,032
500	1,892	5,000	18,925
750	2,839		

La bomba contra incendio tiene que cumplir tiene que proveer un caudal de 1203 GPM. Con una presión 112.8 PSI, por la tabla se selecciona una bomba de 1500 GPM. Con una presión

CONCLUSIONES.

- Al desarrollar el cálculo hidráulico de la red rociadores del almacenamiento, se pudo comprobar que las pérdidas por fricción son muy altas.
- Para riesgos altos o protección de almacenes se debe realizar el dimensionamiento de la tubería mediante el cálculo hidráulico, así podremos optimizar y reducir las pérdidas por fricción.
- El caudal y presión requerido por el sistema, calculado hidráulicamente es de 1203.08 GPM. Con una presión de trabajo 112.8 PSI.
- En total la cantidad de rociadores requeridos para el primer y segundo piso son 81 rociadores.

RECOMENDACIONES.

- Para que el sistema opere correctamente, se tiene que cambiar la red tubería existente que alimenta al sistema de rociadores del almacén, con las dimensiones de tubería calculadas hidráulicamente.
- Los equipos y accesorios que se usen para la instalación del a red sistema de rociadores tienen que ser certificas y listada UL/FM.

BIBLIOGRAFIA.

- NFPA 13, (2013). Norma para la instalación de rociadores.
- Tohalino, D. (2018). Diseño de sistema de protección contra incendios con rociadores para oficinas administrativas de empresa minera. Lima –Peru.
- Blanco, D. (2016). Guía para el diseño de sistemas de protección contra incendio, enfocada en redes internas en edificaciones. Bogotá – Colombia
- Huamanchumo.S. (2016). Calculo de sistema contra incendio por agua para el terminal portuario de chancay. Lima - Perú.
- Lucas W. (2011). Instalación de un sistema contra incendio para las oficinas de una entidad pública. Lima Perú.
- Cahuana V. (2017). Implementación y puesta en marcha del sistema de protección contra incendio de 500GPM a 135 psi, condominio ocean reff-san bartolo. Lima – Perú.

ANEXOS

ANEXO 1: Tabla de longitudes equivalentes tuberías de acero de cedula 40

Tabla 27.2.3.1.1 Tabla de longitudes equivalentes de tuberías de acero de cédula 40

Accesorios y válvulas	Accesorios y válvulas expresadas en pies (metros) equivalentes de tubería														
	½ pulg. (15 mm)	¾ pulg. (20 mm)	1 pulg. (25 mm)	1¼ pulg. (32 mm)	1½ pulg. (40 mm)	2 pulg. (50 mm)	2½ pulg. (65 mm)	3 pulg. (80 mm)	3½ pulg. (90 mm)	4 pulg. (100 mm)	5 pulg. (125 mm)	6 pulg. (150 mm)	8 pulg. (200 mm)	10 pulg. (250 mm)	12 pulg. (300 mm)
Codo 45°	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.3)	13 (4)
Codo estándar 90°	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	7 (2.1)	8 (2.4)	10 (3)	12 (3.7)	14 (4.3)	18 (5.5)	22 (6.7)	27 (8.2)
Codo de giro largo 90°	0.5 (0.2)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	9 (2.7)	13 (4)	16 (4.9)	18 (5.5)
En T o cruz (flujo con giro 90°)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	10 (3)	12 (3.7)	15 (4.6)	17 (5.2)	20 (6.1)	25 (7.6)	30 (9.1)	35 (10.7)	50 (15.2)	60 (18.3)
Válvula mariposa	—	—	—	—	—	6 (1.8)	7 (2.1)	10 (3)	—	12 (3.7)	9 (2.7)	10 (3)	12 (3.7)	19 (5.8)	21 (6.4)
Válvula de compuerta	—	—	—	—	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)
Interruptor de flujo de tipo paleta	—	—	6 (1.8)	9 (2.7)	10 (3)	14 (4.3)	17 (5.2)	22 (6.7)	—	30 (9.1)	—	16 (4.9)	22 (6.7)	29 (8.8)	36 (11)
Válvula de retención a clapeta*	—	—	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.3)	14 (4.3)	16 (4.9)	19 (5.8)	22 (6.7)	27 (8.2)	32 (10)	45 (14)	55 (17)	65 (20)

Note: Se incluye información sobre tuberías de ½ pulg. en esta tabla solamente porque se permiten en las Secciones 29.4 y 29.5.

*Debido a la variación en el diseño de las válvulas de retención a clapeta, los equivalentes de tubería indicados en esta tabla son considerados promedio.

Fuente: NFPA 13, (2019)

ANEXO 2: dimensiones de tuberías de acero

Tabla A.16.3.2 Dimensiones de tuberías de acero

Tamaño nominal de tubería		Cédula 5				Cédula 10 ^a				Cédula 30				Cédula 40					
		Diámetro externo		Diámetro interno		Espesor de pared		Diámetro interno		Espesor de pared		Diámetro interno		Espesor de pared		Diámetro interno		Espesor de pared	
pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
½ ^b	15	0.840	21.3	—	—	—	—	0.674	17.1	0.083	2.1	—	—	—	—	0.622	15.8	0.109	2.77
¾ ^b	20	1.050	26.7	—	—	—	—	0.884	22.4	0.083	2.1	—	—	—	—	0.824	21.0	0.113	2.87
1	25	1.315	33.4	1.185	30.1	0.065	1.7	1.097	27.9	0.109	2.8	—	—	—	—	1.049	26.6	0.133	3.37
1¼	32	1.660	42.2	1.530	38.9	0.065	1.7	1.442	36.6	0.109	2.8	—	—	—	—	1.380	35.1	0.140	3.56
1½	40	1.900	48.3	1.770	45.0	0.065	1.7	1.682	42.7	0.109	2.8	—	—	—	—	1.610	40.9	0.145	3.68
2	50	2.375	60.3	2.245	57.0	0.065	1.7	2.157	54.8	0.109	2.8	—	—	—	—	2.067	52.5	0.154	3.91
2½	65	2.875	73.0	2.709	68.8	0.083	2.1	2.635	66.9	0.120	3.0	—	—	—	—	2.469	62.7	0.203	5.16
3	80	3.500	88.9	3.334	84.7	0.083	2.1	3.260	82.8	0.120	3.0	—	—	—	—	3.068	77.9	0.216	5.49
3½	90	4.000	101.6	3.834	97.4	0.083	2.1	3.760	95.5	0.120	3.0	—	—	—	—	3.548	90.1	0.226	5.74
4	100	4.500	114.3	4.334	110.1	0.083	2.1	4.260	108.2	0.120	3.0	—	—	—	—	4.026	102.3	0.237	6.02
5	125	5.563	141.3	—	—	—	—	5.295	134.5	0.134	3.4	—	—	—	—	5.047	128.2	0.258	6.55
6	150	6.625	168.3	6.407	162.7	0.109	2.8	6.357	161.5	0.134 ^c	3.4	—	—	—	—	6.065	154.1	0.280	7.11
8	200	8.625	219.1	—	—	—	—	8.249	209.5	0.188 ^c	4.8	8.071	205.0	0.277 ^d	7.0	7.981	—	0.322	—
10	250	10.750	273.1	—	—	—	—	10.370	263.4	0.188 ^c	4.8	10.140	257.6	0.307 ^d	7.8	10.020	—	0.365	—
12	300	12.750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12.090	—	0.330 ^c	—	11.938	—	0.406	—

^aCédula 10 definida para un tamaño nominal de tubería de 5 pulg. (127 mm) por ASTM A135, *Standard Specification for Electric-Resistance-Welded Steel Pipe*.

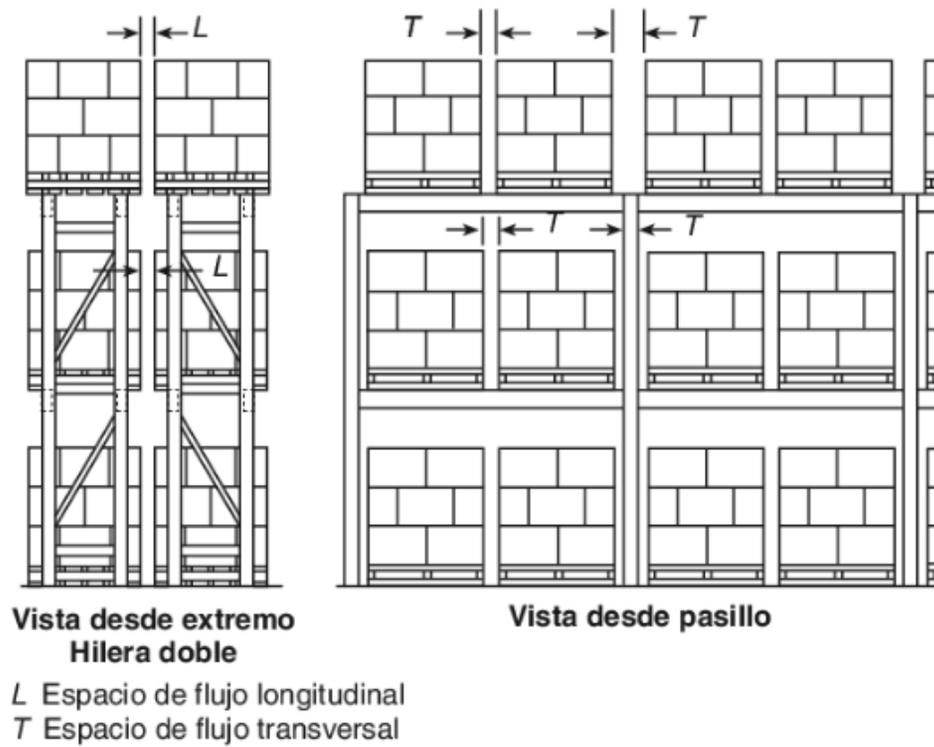
^bEstos valores son aplicables cuando se usan en conjunto con la Sección 29.4 y la Sección 29.5.

^cEspesor de pared especificado en 16.3.2.

^dEspesor de pared especificado en 16.3.3.

Fuente: NFPA 13, (2019)

ANEXO 3: estanterías de pales convencionales



**Vista desde extremo
Hilera doble**

Vista desde pasillo

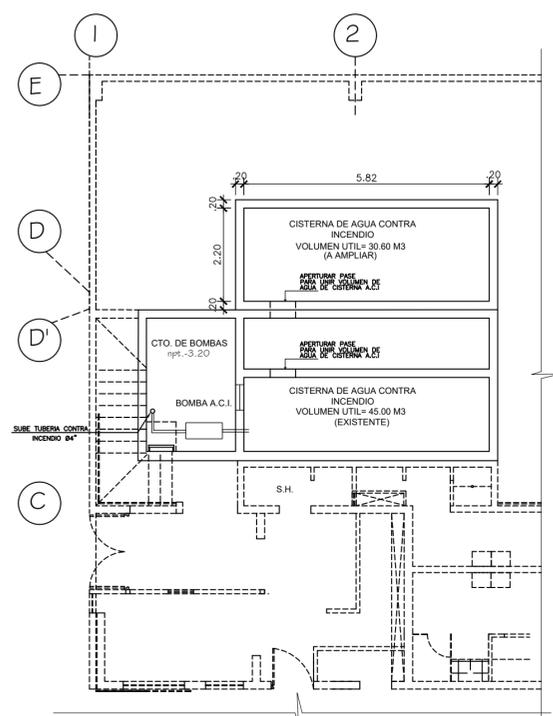
L Espacio de flujo longitudinal
T Espacio de flujo transversal

Figura A.3.3.171(a) Estantería de palets convencionales.

Fuente: NFPA 13, (2019)

PLANOS:

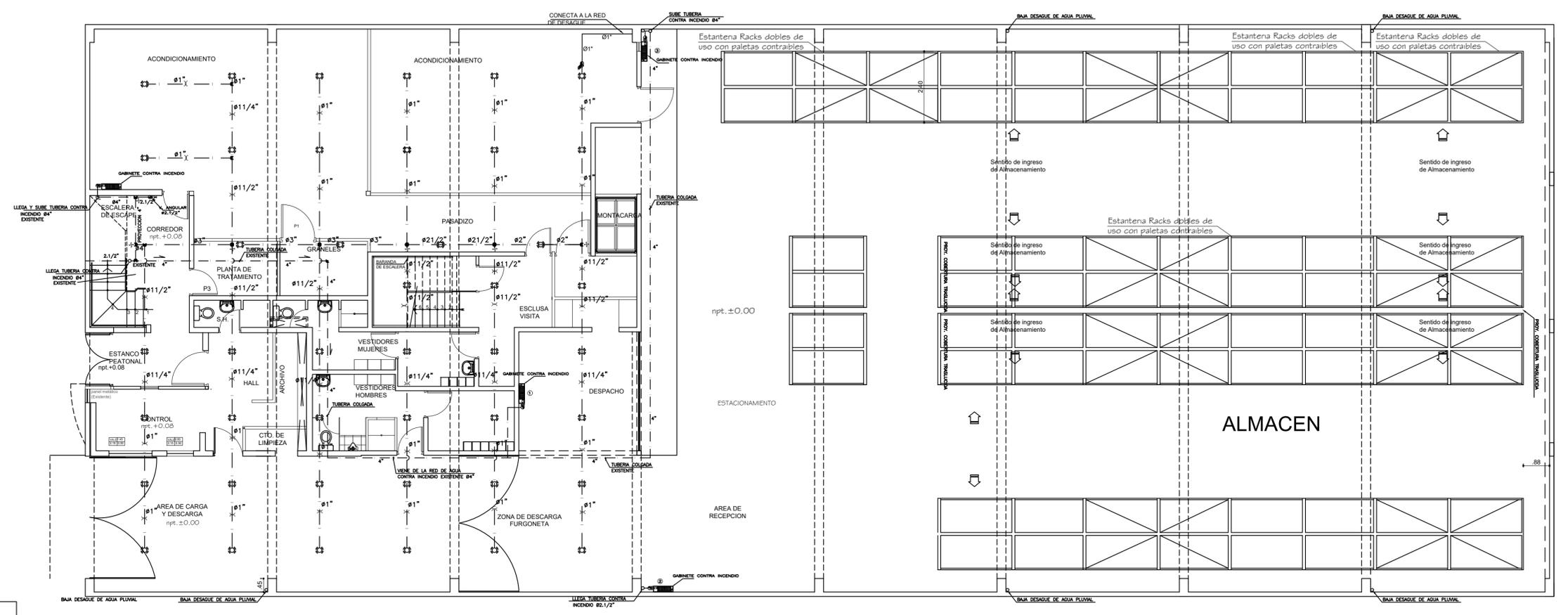
- Plano ACI-01: planta primer piso
- Plano ACI-02: planta segundo piso
- Plano ACI-03: planta tercer piso-almacén
- Plano ACI-04: arreglo de rociadores del piso 1 y piso 2



PLANTA SOTANO

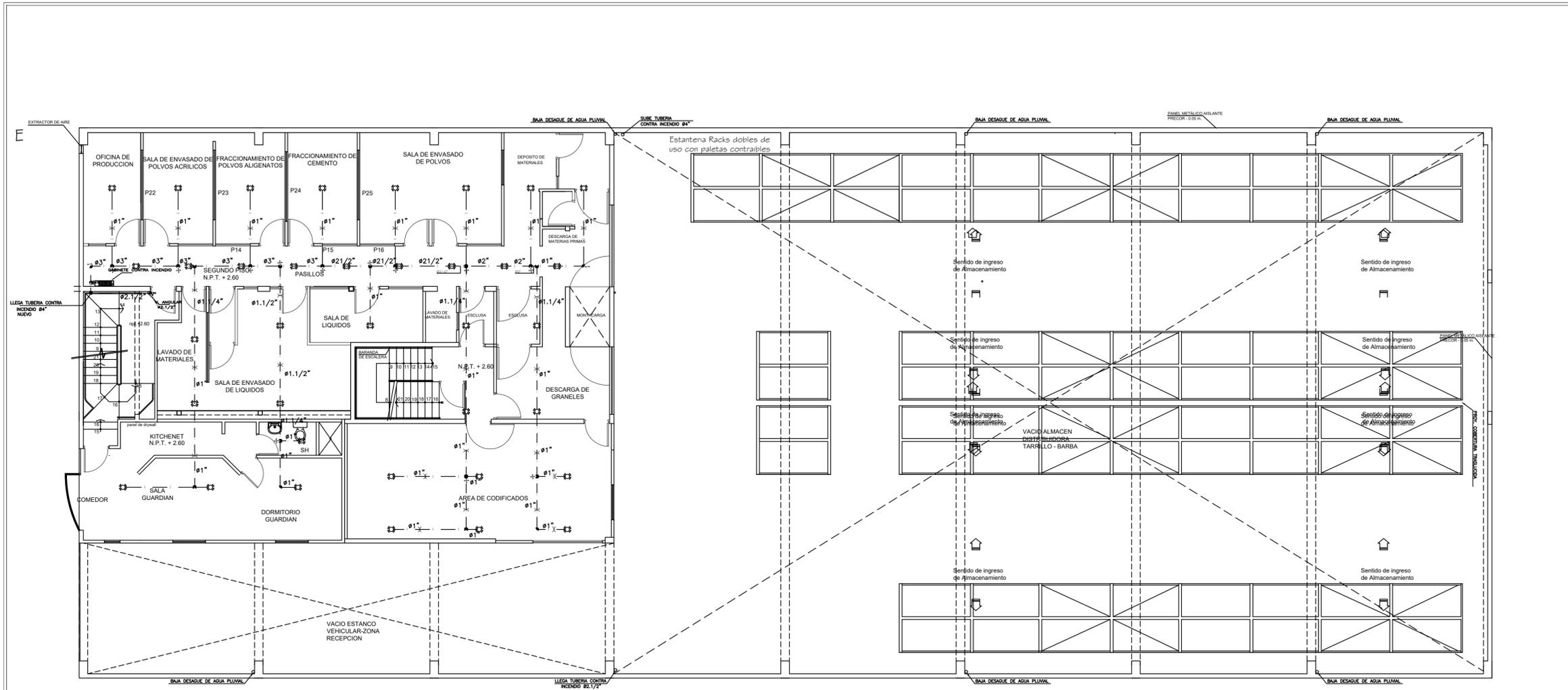
LEYENDA DE A.C.I.

- |— TUBERÍA SIN COSTURA SCH40 ASTM A 53
- - - - DESAGUE DE RED ACI
- ⊙ ROCIADOR AUTOMÁTICO DE COBERTURA EXTENDIDA 155°F, K=11.40, ORIFICIO DE 5/8" ORIENTADO HACIA ABAJO
- ▽ VÁLVULA DE ALARMA Y CHECK CON MANOMETRO
- ⊞ INDICADOR DE FLUJO
- ⊞ TODAS LAS VÁLVULAS DE COMPUERTA SERÁN DEL TIPO VASTAGO SALIENTE PARA IMPEDIR EL CIERRE O ABERTURA ACCIDENTAL
- ⊞ COLGADOR SIMPLE
- ⊞ SOPORTE TRANSVERSAL
- ⊞ GABINETE CONTRA INCENDIO
- ⊞ VÁLVULA #2.1/2" EN CAJA DE ESCALERA



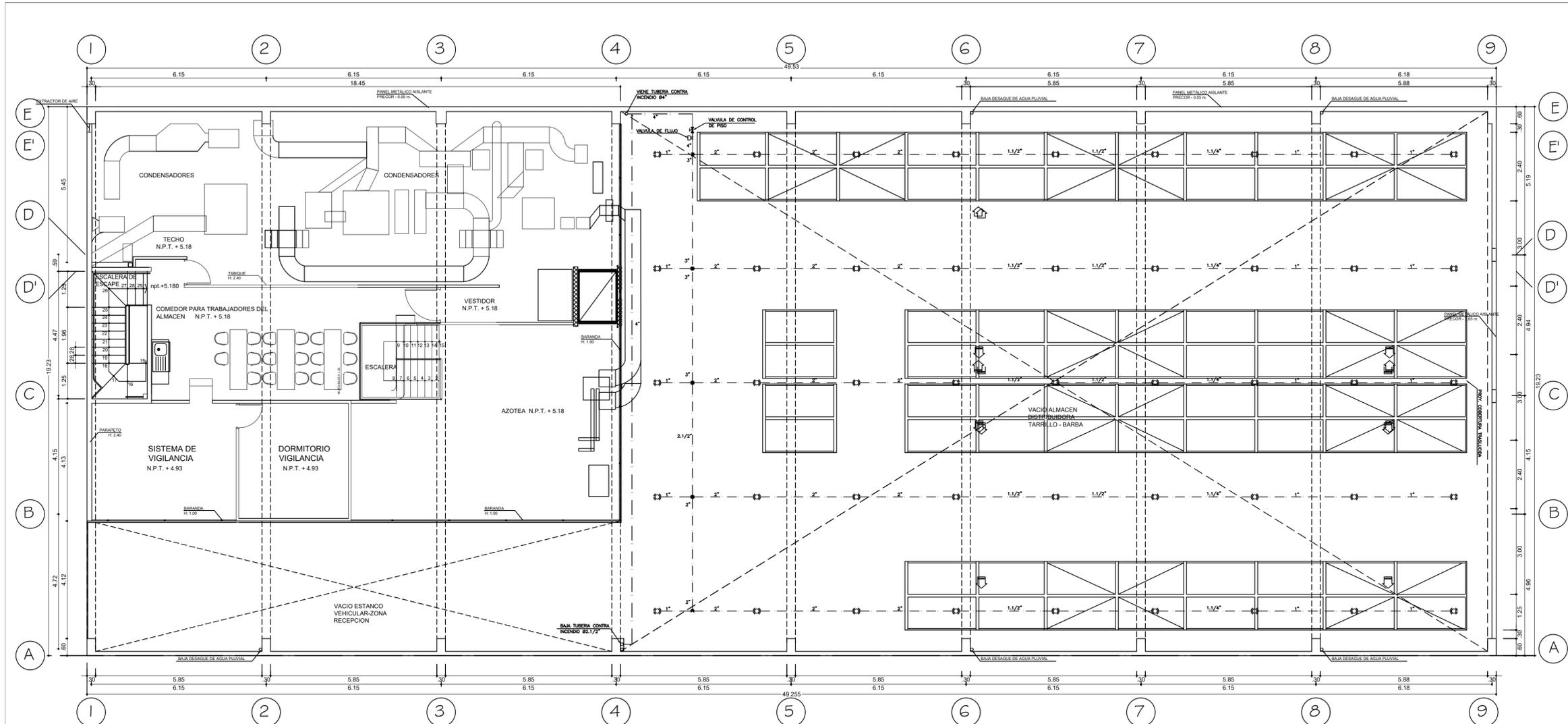
PLANTA PRIMER PISO

PROPIETARIO: A. TARRILLO BARBA S.A.	SELLO Y FIRMA:
PROFESIONAL: ROLANDO PAYTAN HUAMANI	
PROYECTO: REMODELACION Y AMPLIACION ALMACEN PARA LABORATORIO DENTAL	A.C.I-01
PLANO: PLANTA PRIMER PISO	
ESC: 1:75 FECHA: NOVIEMBRE 2019	
DE 3	



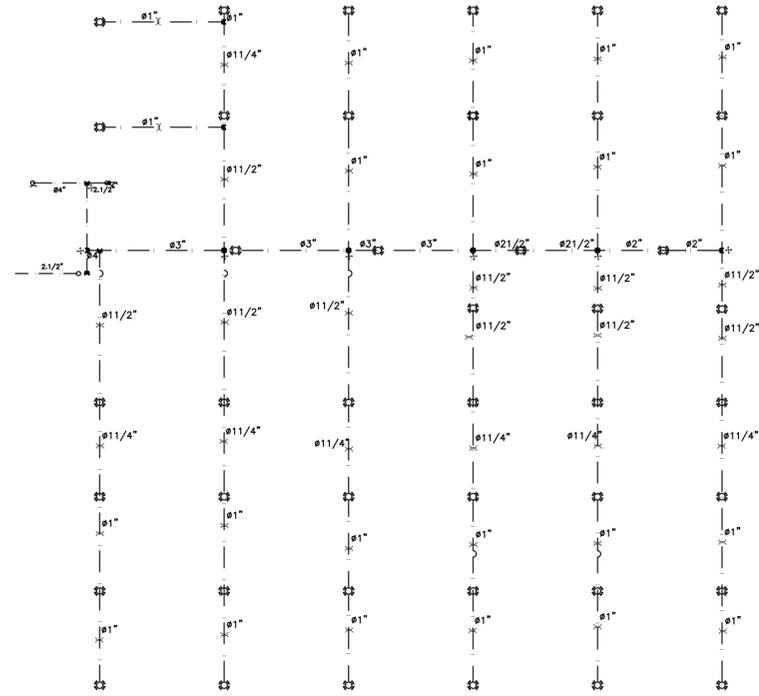
PLANTA SEGUNDO PISO

PROPIETARIO:	A. TARRILLO BARBA S.A.	SELLO Y FIRMA:
PROFESIONAL:	ROLANDO PAYTAN HUAMANI	
PROYECTO:	REMODELACION Y AMPLIACION ALMACEN PARA LABORATORIO DENTAL	A.C.I-02
PLANO:	PLANTA SEGUNDO PISO	
ESC:	1:75	FECHA:
		NOVIEMBRE 2019
		DE 3

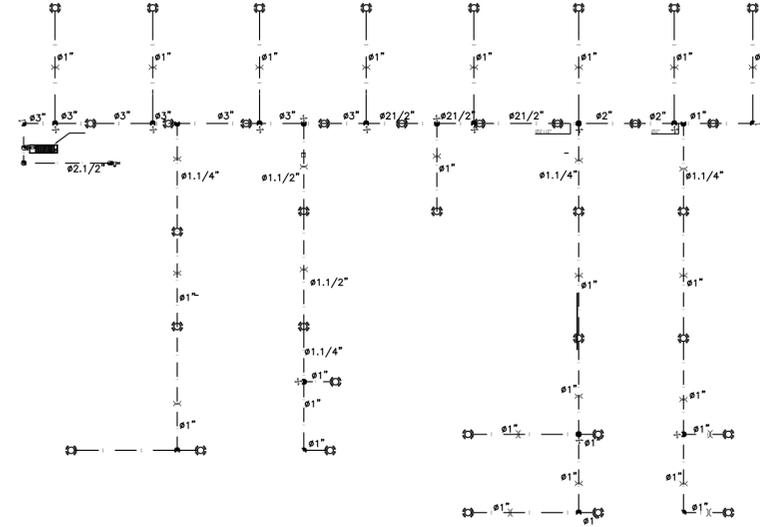


PLANTA TERCER PISO

PROPIETARIO: A. TARRILLO BARBA S.A.	SELLO Y FIRMA:
PROFESIONAL:	
PROYECTO: REMODELACION Y AMPLIACION ALMACEN PARA LABORATORIO DENTAL	A.C.I-03
PLANO: PLANTA AZOTEA	
ESC: 1:75 FECHA: AGOSTO 2019	
	DE 3



ARREFLO DE ROCIADORES - PISO 1



ARREGLO DE ROCIADORES - PISO 2

LEYENDA DE A.C.I.

	TUBERÍA SIN COSTURA SCH40 ASTM A 53
	DESAGUE DE RED ACI
	ROCIADOR AUTOMÁTICO DE COBERTURA EXTENDIDA 155°F, K=11.40, ORIFICIO DE 5/8\"/>
	VÁLVULA DE ALARMA Y CHECK CON MANOMETRO
	INDICADOR DE FLUJO
	TODAS LAS VÁLVULAS DE COMPUERTA SERÁN DEL TIPO VASTAGO SALIENTE PARA IMPEDIR EL CIERRE O ABERTURA ACCIDENTAL
	COLGADOR SIMPLE
	SOPORTE TRANSVERSAL
	GABINETE CONTRA INCENDIO
	VÁLVULA 2.1/2\"/>

PROPIETARIO:	A. TARRILLO BARBA S.A.	SELLO Y FIRMA:
PROFESIONAL:	ROLANDO PAYTAN HUAMANI	
PROYECTO:	REMODELACION Y AMPLIACION ALMACEN PARA LABORATORIO DENTAL	A.C.I-04
PLANO:	PLANTA PRIMER PISO	
ESC:	1:75	
		DE 4