



“Diseño del sistema de supresión de incendios para una planta de distribución de productos alimenticios”

Informe de práctica de especialidad para optar por el título de *Ingeniería en Mantenimiento Industrial* con el grado académico de *Licenciatura*

REALIZADO POR:

Fabián José Rojas Meza
2016146557

COORDINADOR DE PRÁCTICA:

Ing. Ignacio del Valle Granados

II SEMESTRE 2021

Carrera evaluada y acreditada por:



Canadian Engineering Accreditation Board
Bureau Canadien d'Accréditation des Programmes d'Ingénierie

Profesor Guía:

Ing. Juan Pablo Arias Cartín

Asesor Industrial:

Ing. Rolando Bustos Torres

Tribunal Evaluador:

Ing. Luis Gómez Gutiérrez

Ing. Manuel Centeno López

Datos Personales

Nombre completo: Fabián José Rojas Meza

Número de cédula: 3 0498 0503

Número de carné: 2016146557

Edad: 24 años

Número de teléfono: 8669 9977

Correos electrónicos: frojasmeza@gmail.com / frojasmeza@estudiantec.cr

Dirección exacta del domicilio: Paraíso, Cartago, 300 metros oeste del Liceo de Paraíso.

Datos de la Empresa

Nombre: Materiales Electromecánicos Padilla S.A.

Actividad Principal: Diseño y construcción de proyectos electromecánicos

Dirección: Última Park 2, bodega 23, Guachipelín, Escazú, Costa Rica

Contacto: contactenos@matelpa.com

Teléfono: 4404 7600

Dedicatoria

Dedico este proyecto a las personas que me han apoyado de forma incondicional durante todo este tiempo y han sido el pilar no solo de mis estudios, sino también de la vida: mi familia.

A mi madre Kattia por ser el mayor soporte de mi vida estando ahí cada día queriendo lo mejor para mí y apoyándome para seguir adelante y ser mi guía en la vida. A mi padre Luis por enseñarme lo que cuesta la vida, por esforzarse cada día para darme esta oportunidad de estudiar y forjar mi futuro y por ser un ejemplo a seguir, por cada consejo que siempre son de gran ayuda y por ayudarme a estar donde estoy el día de hoy. A mi hermano Luis por toda la ayuda que me ha brindado y darme aliento para seguir adelante y ser un ejemplo a seguir. ¡Gracias a los tres por tanto que me han dado!

A mis abuelos que siempre me han ayudado dándome los mejores consejos. Especialmente a mamá María, por ser la persona más noble, fuerte y luchadora que conozco, que me ha enseñado que hay que luchar por la vida a pesar de todas las pruebas que se presenten.

Agradecimiento

Primero darle gracias a Dios por permitirme llegar a este momento de mi vida que tanto he soñado.

A todos los profesores por las enseñanzas y por cada consejo y conocimiento transmitido en cada curso de la carrera.

A la empresa MATELPA por abrirme las puertas de esta organización y brindarme la confianza en este proyecto y ser mi comienzo de forma profesional. Al ingeniero Rolando Bustos por la ayuda brindada y sus consejos durante el desarrollo de la práctica profesional.

A Karina Román por ser un apoyo incondicional, darme buenos consejos y motivarme cada día para seguir adelante además de la importancia de esforzarse cada día más sin importar los duros momentos que se estén pasando.

Contenido

Resumen	1
Abstract	2
1. Perfil de la Empresa	3
1.1. Descripción de la empresa	3
1.2. Organigrama de la empresa	4
2. Descripción del Proyecto	6
2.1. Planteamiento del Problema	6
2.2. Objetivos.....	8
2.2.1. Objetivo General	8
2.2.2. Objetivos Específicos	8
2.3. Justificación	9
2.4. Metodología.....	10
2.5. Viabilidad	11
2.6. Alcance	12
2.7. Limitaciones	13
3. Marco Teórico	14
3.1. Combustión.....	14
3.1.1. Calor	15
3.1.2. Combustible	15
3.1.3. Clasificación de tipos de fuego	15
3.2. Medidas de protección contra incendios	16
3.2.1. Protección activa.....	16
3.2.2. Protección pasiva	16
3.3. Clasificación de equipos contra incendio	16

3.3.1.	Sistemas contra incendio portátiles:	17
3.3.1.1.	Sistemas de protección con extintores:	17
3.3.2.	Sistemas contra incendios fijos:	17
3.3.2.1.	Sistema de protección con hidrantes	18
3.3.2.2.	Sistema de protección con rociadores	18
3.4.	Clasificación de riesgos	19
3.4.1.	Riesgo leve (bajo).....	20
3.4.2.	Riesgo ordinario (moderado)	20
3.4.3.	Riesgo extraordinario (alto)	20
3.5.	Extinción de incendios.....	21
3.5.1.	Eliminación	21
3.5.2.	Sofocación.....	22
3.5.3.	Enfriamiento.....	22
3.5.4.	Inhibición	22
3.6.	Clasificación de mercancías	22
3.6.1.	Clase 1	24
3.6.2.	Clase 2.....	24
3.6.3.	Clase 3.....	24
3.6.4.	Clase 4.....	24
3.7.	Almacenamiento de plásticos	24
3.7.1.	Plásticos expandidos (espumados celulares).....	24
3.7.2.	Plásticos de grupo A expuestos.....	25
3.8.	Instalaciones hidráulicas contra incendios	25
3.9.	Rociadores automáticos	26
3.9.1.	Características de los rociadores automáticos	26

3.9.1.1.	Sensibilidad térmica	26
3.9.1.2.	Temperatura de activación.....	27
3.9.2.	Clasificación según la orientación de la instalación de los rociadores	28
3.9.2.1.	Rociador Oculto.....	29
3.9.2.2.	Rociador Montado a ras.....	29
3.9.2.3.	Rociador Colgante	30
3.9.2.4.	Rociador Empotrado.....	30
3.9.2.5.	Rociador de muro Lateral	31
3.9.2.6.	Rociador Montante	31
3.9.3.	Clasificación de rociadores según la forma de distribución de agua	32
3.9.3.1.	Convencionales.....	32
3.9.3.2.	Pulverizadores	32
3.9.4.	Factor K.....	33
3.9.5.	Sistemas de rociadores	33
3.9.5.1.	Sistema Húmedo.....	33
3.9.5.2.	Sistema Seco.....	34
3.10.	Sistema de Bombeo.....	35
3.10.1.	Equipo de bombeo auxiliar o bomba jockey	36
3.11.	Tanque de almacenamiento.....	36
4.	Diseño de Sistema contra Incendios para centro de distribución.....	38
4.1.	Análisis de riesgos para el recinto	38
4.2.	Limitaciones del área de protección del sistema	39
4.3.	Protección del almacenamiento en estanterías mediante el uso de rociadores en estanterías.....	40
4.4.	Diseño de rociadores de techo para zona de bodega	44

4.4.1.	Selección configuración de rociadores.....	44
4.4.2.	Selección Rociadores	45
4.4.3.	Distancia máxima y mínima entre los muros y los rociadores.....	47
4.4.4.	Separación mínima entre rociadores	47
4.4.5.	Densidad de flujo por área	47
4.4.6.	Área de cobertura nominal de cada rociador.....	48
4.4.7.	Cantidad mínima de rociadores.....	48
4.4.8.	Selección de tuberías.....	49
4.4.9.	Calculo hidráulico del sistema	50
4.5.	Diseño de rociadores de techo para bodega fría	54
4.5.1.	Resultados de diseño	54
4.6.	Diseño de rociadores in racks	56
4.6.1.	Selección configuración de rociadores.....	56
4.6.2.	Selección Rociadores	57
4.6.3.	Distancia máxima y mínima entre los muros y los rociadores.....	59
4.6.4.	Separación mínima entre rociadores	60
4.6.5.	Densidad de flujo por área	60
4.6.6.	Área de cobertura nominal de cada rociador.....	60
4.6.7.	Selección de tuberías	61
4.6.8.	Calculo hidráulico del sistema	62
4.6.9.	Resultados de diseño	64
4.7.	Diseño de rociadores para zona de oficinas.....	65
4.7.1.	Cantidad mínima de rociadores.....	66
4.7.2.	Selección de tuberías	66
4.8.	Selección de sistema de bombeo	66

4.8.1.	Características de la bomba seleccionada	68
4.9.	Dimensionamiento del tanque para el sistema contra incendios	68
4.10.	Selección de soportería del sistema	69
5.	Conclusiones	71
6.	Recomendaciones.....	72
7.	Bibliografía.....	73
8.	Apéndices	77
	Apéndice 1. Cronograma de trabajo.....	77
	Apéndice 2. Normas utilizadas en el Proyecto.....	78
	Apéndice 3. Cálculo Hidráulico para sistema de rociadores de techo realizado en Software. ..	79
	Apéndice 4. Cálculo Hidráulico para sistema de rociadores in racks realizado en Software. ...	97
	Apéndice 5. Planos del sistema	108
9.	Anexos.....	109
9.1.	Certificado de información del propietario	109
9.2.	Tabla de áreas de protección y espaciamiento máximo entre rociadores.....	111
9.3.	Tabla de protección con rociadores ESFR de mercancías de plástico del grupo A	112
9.4.	Diámetros de tuberías según el número de rociadores	114
9.5.	Especificaciones del Rociador seleccionado para el sistema de techo.	114
9.6.	Especificaciones del Rociador seleccionado para el sistema in racks.....	115
9.7.	Características de descarga de los rociadores.....	116
9.8.	Distancia máxima entre soportes colgantes.....	116
9.9.	Características de la bomba	117
9.10.	Arriostres Longitudinales seleccionados	118
9.11.	Formato de memoria de Cálculo.....	119

Contenido de Figuras

Figura 1. Organigrama de la empresa.	4
Figura 2. Triángulo de la Combustión.	14
Figura 3. Sistema de protección con extintores.....	17
Figura 4. Protección con hidrantes.....	18
Figura 5. Sistema de protección con rociadores.....	19
Figura 6. Estantes tipo pallets.	23
Figura 7. Almacenamiento en racks.....	23
Figura 8. Proceso de instalaciones hidráulicas.....	25
Figura 9. Bombilla de respuesta en rociadores.	27
Figura 10. Colores de los elementos térmicos en los rociadores.	28
Figura 11. Rociador Oculto.....	29
Figura 12. Rociador montado a ras.	29
Figura 13. Rociador Colgante.	30
Figura 14. Rociador Empotrado.....	30
Figura 15. Rociador de muro lateral.....	31
Figura 16. Rociador Montante.	31
Figura 17. Distribución convencional de rociadores.....	32
Figura 18. Distribución de Rociadores Pulverizadores.....	32
Figura 19. Sistema húmedo contra incendios.....	34
Figura 20. Sistema seco contra incendios	34
Figura 21. Ejemplo de bomba contra incendios.....	35
Figura 22. Bomba Jockey.....	36
Figura 23. Ejemplo de tanque contra incendios de acero atornillado.	37

Figura 24. Almacenamiento de plásticos expuestos expandidos.	39
Figura 25. Protección con rociadores en estantería para plásticos en cajas de cartón en estanterías de hileras múltiples.....	42
Figura 26. Protección con rociadores en estanterías para plásticos expandidos en estanterías de hileras múltiples.	43
Figura 27. Área determinada para almacenamiento de plásticos expuestos expandidos.	43
Figura 28. Sistema de Rociadores en Malla.....	44
Figura 29. Selección de rociadores de techo	45
Figura 30. Rociador de Techo Seleccionado.....	46
Figura 31. Tabla de áreas de protección y espaciamiento máximo entre rociadores y muros.	47
Figura 32. Densidad de flujo por área.	48
Figura 33. Diámetros de tuberías según la cantidad de rociadores.	49
Figura 34. Valores C de Hazen-Williams	51
Figura 35. Asignación de chorros para mangueras.	53
Figura 36. rociadores de techo vista isométrica.	55
Figura 37. Gráfica de resultados de presión y caudal calculado para sistema de techo.....	55
Figura 38. Sistema en bucle	56
Figura 39. Selección de rociadores in racks.....	58
Figura 40. Tabla de áreas de protección y espaciamiento máximo entre rociadores y muros.	59
Figura 41. Densidad de flujo por área.	60
Figura 42. Diámetros de tuberías según la cantidad de rociadores.	61
Figura 43. Cantidad de rociadores in racks para el cálculo hidráulico.	63
Figura 44. Cantidad de rociadores para plástico expuesto expandido.	64
Figura 45. Rociadores in Racks.....	64

Figura 46. Gráfico de resultados de presión y caudal en sistema in racks.....	65
Figura 47. Curva de selección de la bomba.	67
Figura 48. Distancia máxima entre soportes colgantes.	69
Figura 49. Soporte tipo pera para tuberías.	69
Figura 50. Distancia de separación de arriostres.....	70

Contenido de Tablas

Tabla 1. Cuadro Metodológico.....	10
Tabla 2. Colores y temperatura de activación.	28
Tabla 3. Limitación de área de protección del sistema	39
Tabla 4. Calculo hidráulico de Sistema de Rociadores de Techo.	52
Tabla 5. Calculo hidráulico del sistema in racks.....	62
Tabla 6. resumen de características de la bomba seleccionada.....	68
Tabla 7. Diagrama de Gantt del cronograma propuesto.....	77

Contenido de Fórmulas

Factor K (1).....	33
Cantidad mínima de rociadores (2).....	48
Cantidad mínima de rociadores (3)	48
Perdida de presión por fricción (4).....	50
Perdida de presión por fricción SI (5)	50
Perdida de fricción por elevación (6)	51
Cantidad mínima de rociadores (7)	66
Cantidad mínima de rociadores (8)	66
Volumen del Tanque_(9)	68

Resumen

Los sistemas de supresión de incendios son una parte importante de las instalaciones electromecánicas de cualquier recinto, pues estas van a ayudar en la seguridad de todos los equipos y productos que se tengan en las instalaciones, pero principalmente esta instalación va a ayudar a evitar alguna catástrofe de alguna vida humana.

Además de que son una parte fundamental en la seguridad estas instalaciones son requisito obligatorio en la construcción según lo dicta el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica; por lo tanto, es parte de las instalaciones electromecánicas que se deben incluir en el diseño o remodelación de las plantas o edificios,

Por ello, se propone el diseño de un sistema de supresión contra incendios donde se debe de tomar en cuenta que los productos que se van a encontrar en el recinto indicado van a ser productos alimenticios.

Como objetivo principal, se tiene diseñar un sistema de supresión de incendios para un centro de distribución de productos alimenticios con un área aproximada de 6000 m² que cumpla con los requerimientos internacionales de las normas NFPA y el Reglamento Nacional de Protección contra Incendios estipulado por el Benemérito Cuerpo de Bomberos.

La metodología por utilizar será realizar el diseño a partir de los lineamientos que se indican en las Normas NFPA correspondientes según el sistema de supresión que se va a utilizar.

Palabras Clave: Rociador, incendio, seguridad, NFPA, supresión.

Abstract

Fire suppression systems are an important part of the electromechanical installations of any enclosure, since these will help in the safety of all the equipment and products that are in a building, but mainly this installation will help to avoid some catastrophe of some human life.

In addition, that are a fundamental part of safety, these facilities are a mandatory requirement in construction as dictated by the Costa Rica Fire Department, therefore, it is part of the electromechanical installations that must be included in the design or remodeling of plants or buildings,

That is why the design of a fire suppression system is proposed where it must be considered that the products that will be found in the indicated enclosure will be food products.

The main objective is to design a fire suppression system for a food distribution center with an area of approximately 6000 m² that complies with the international requirements of NFPA standards, and the National Fire Protection Regulations stipulated by the Fire Department.

The methodology to be used will be to make the design from the guidelines indicated in the corresponding NFPA Standards according to the suppression system to be used.

Keywords: Sprinkler, fire, safety, NFPA, suppression.

1. Perfil de la Empresa

1.1. Descripción de la empresa

Materiales Electromecánicos Padilla S.A es una empresa localizada en Guachipelín de Escazú, con más de 40 años de experiencia, especializada en la venta de materiales eléctricos de media y baja tensión, materiales electromecánicos en general y de telecomunicaciones, además se especializan en consultoría, diseño y construcción de obras civiles, eléctricas, mecánicas, de telecomunicaciones, arquitectónicas y generación de energías renovables. Entre los proyectos de diseño y construcción que se realizan en la empresa se presentan:

- Media y baja tensión.
- Telecomunicaciones, telefonía, TV y fibra óptica.
- Obra electromecánica en general.
- Terminales de contenedores.
- Iluminación de carreteras, espacios públicos y campos deportivos.
- Pararrayos y puestas a tierra.
- Aire acondicionado.
- Sistemas de supresión de incendios.
- Sistemas de respaldos eléctricos, entre otros.

Entre los valores de la empresa se pueden destacar:

- Compromiso: para alcanzar las metas económicas, fechas de entrega y calidad en los proyectos:
- Calidad: buscan satisfacer y sobrepasar las expectativas de los clientes.
- Esfuerzo: Se trabaja con fuerza, valor, empuje y energía para alcanzar los objetivos.

- Excelencia: Equipo competente que trabaja con actitud y agilidad.
- Profesionalismo: personal capacitado para cumplir con las expectativas de los clientes.

1.2. Organigrama de la empresa

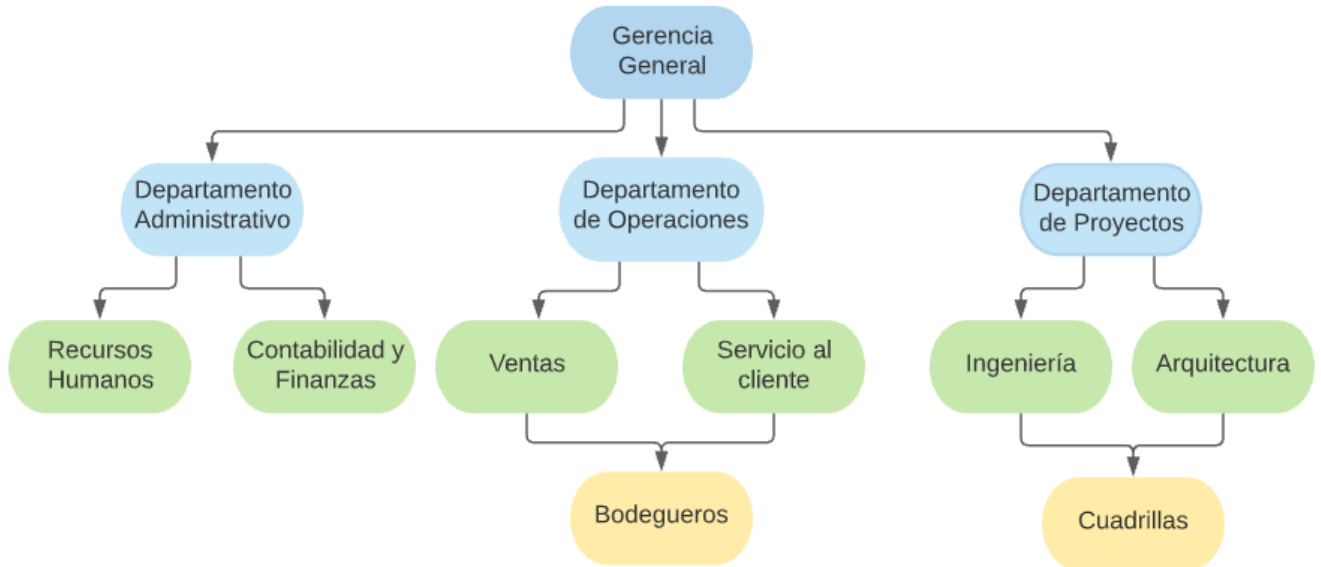


Figura 1. Organigrama de la empresa.

Fuente: Elaboración Propia, Lucid Chart.

- Gerencia General: Dirigen con liderazgo al equipo de trabajo para lograr las metas financieras, de ventas y de desarrollo profesional y personal de la empresa.
- Administración: Apoyan la gestión brindando un excelente servicio al cliente, proveedores y socios del negocio.
- Recursos humanos: Realiza funciones de contratación, capacitación y administración del personal para promover el desarrollo y crecimiento de las personas dentro de la compañía.
- Ingeniería y Proyectos: Es el equipo formado por ingenieros expertos en ingeniería eléctrica, mecánica e industrial el cual planea y dirige los proyectos.
- Arquitectura: Armoniza la obra con la planificación artística de los proyectos.

- Contabilidad y Finanzas: encargados del costeo y la operación financiera.
- Operaciones: Aseguran el alcance de las metas de la empresa por medio de todos los procesos de la compañía, especialmente compra y entrega de materiales, distribución y transporte a todos los proyectos en el país.
- Cuadrillas: Equipo técnicamente calificado para ejecutar proyectos cumpliendo con estándares de calidad, tiempos de entrega y seguridad ocupacional.
- Ventas: departamento encargado de la atracción de clientes y generación de negocios.

2. Descripción del Proyecto

2.1. Planteamiento del Problema

El Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica se ha enfocado en gran medida desde hace varios años en generar los mecanismos que sean necesarios para salvaguardar las vidas humanas principalmente pero también de las edificaciones del país para así evitar que se tengan grandes pérdidas económicas o de vidas humanas provocadas por algún accidente relacionado con incendios. Según la Unidad de Ingeniería de Bomberos de Costa Rica (2021), en el reporte de incendios investigados en el año 2020, se presentaron en ese año un total de 918 incendios estructurales registrados que, en comparación con los datos presentados en 2019, los cuales fueron de 1061, se presenta una disminución de un 12,48%. Además, en el 2020, se presentaron 9 incendios, los cuales presentaron personas fallecidas.

Debido a los datos históricos presentados por el Cuerpo de Bomberos, en el año 2013 por medio del decreto N° 37615-MP publicado en la Gaceta N° 66 el 5 de abril del mismo año, la cual dice que se establecerá una normativa en materia de prevención, seguridad humana y protección contra incendios para buscar la disminución de la cantidad de incendios con el pasar de los años, este reglamento fue actualizado en el año 2020 para adaptarse a las nuevas recomendaciones dadas por la NFPA.

Además, en esta misma publicación, se indica que se adopta la totalidad de las normas de la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego (NFPA por sus siglas en inglés), esta organización es un organismo internacional especializado en materia de prevención, seguridad humana y protección contra incendios. La norma indicada será de acatamiento obligatorio en el diseño de nuevas edificaciones o en remodelación de edificios y que se efectuó el adecuado procedimiento de visado y revisión de los planos constructivos en el Colegio Federado de

Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (Decreto N° 37615-MP, 2013). Esta norma descrita en el 2013 fue derogada en el año 2020 para la aprobación de un nuevo Reglamento Nacional de Protección contra Incendios mediante un acuerdo del consejo directivo del Cuerpo de Bomberos.

A partir de estos antecedentes indicados, se plantea la necesidad de realizar el diseño del sistema de supresión de incendios ante la construcción de un nuevo edificio que albergará una bodega para centro de distribución de productos alimenticios que posee un área aproximada de 5100 m² más 900 m² para zonas de oficinas, todo esto para cumplir la normativa nacional e internacional vigente además que su instalación y puesta en marcha sea factible. Los criterios indicados en la normativa previamente mencionada serán evaluados para tomar en cuenta todos los criterios de diseño indicados y así generar una debida protección contra incendios en el recinto correspondiente para ayudar en la reducción de la cantidad de incendios registrados en el país.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de supresión de incendios para un centro de distribución de productos alimenticios con un área aproximada de 6000 m² que cumpla con los requerimientos internacionales de las normas NFPA y el Reglamento Nacional de Protección contra Incendios estipulado por el Benemérito Cuerpo de Bomberos.

2.2.2. Objetivos Específicos

- Calcular la red de supresión de incendios según los requerimientos de presión y caudal exigidos por las normas NFPA para el abastecimiento requerido por todo el sistema.
- Seleccionar los equipos mecánicos, tuberías y accesorios necesarios para el funcionamiento eficaz y eficiente del sistema.
- Identificar los requerimientos establecidos por las normas NFPA y el Reglamento Nacional de Protección contra Incendios para el diseño de planos que cumplan con las especificaciones técnicas y regulatorias de estas normativas.
- Desarrollar una memoria de cálculo que permita cumplir con los requisitos que solicita el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica en el Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios.

2.3. Justificación

La importancia de realizar este diseño radica en que debido a la construcción de un edificio nuevo que se realizará para un centro de distribución de productos alimenticios, se debe de cumplir con los requerimientos solicitados por los entes que aprueban los diseños, entre ellos, el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos y, en este caso, al ser un sistema de supresión de incendios también se debe cumplir el reglamento impuesto por el Benemérito Cuerpo de Bomberos.

En caso de que no se realizara este diseño o que no se realice correctamente, se pueden generar problemas en la aprobación de los diseños y, por ende, no se podría realizar la construcción necesaria, por ello, el diseño debe de cumplir con todos requerimientos solicitados por las Normas NFPA y el Reglamento Nacional de Protección contra Incendios y, con esto, se puede asegurar que la solución que se va a proponer va a ser la correcta y necesaria para su correcto funcionamiento.

Este tipo de diseño se realiza con el fin de garantizar la seguridad principalmente hacia los trabajadores de la planta, pero también la de los productos, equipos y de la edificación en general con la que cuenta la empresa, pues el diseño puede evitar que un incendio se propague de una forma rápida o de una manera descontrolada en el recinto.

Al ser esta planta un edificio que apenas se construirá, se debe de realizar el diseño del sistema de supresión de incendios de una manera correcta, ya que si no se hace así y apegado a las normas con las que se cuentan se van a tener problemas con los permisos de construcción, por lo que no se logrará avanzar con la construcción del proyecto lo que podría generar pérdidas económicas en la empresa que se encarga de la distribución de los alimentos. Además, este diseño es necesarios para asegurar la seguridad de las personas y de los productos que se almacenarán en las instalaciones.

2.4. Metodología

Tabla 1. Cuadro Metodológico.

Objetivos Específicos del Proyecto	Actividad	Herramienta	Entregable
Calcular la red de supresión de incendios según los requerimientos de presión y caudal exigidos por las normas NFPA para el abastecimiento requerido por todo el sistema.	Investigación de contenido respecto a sistemas de supresión de incendios para tener un dominio del tema que permita la realización de un diseño correcto y una adecuada selección de equipos	Literatura y artículos	Resultados de presión y caudales necesarios en el sistema
		Normas NFPA	
		Reglamento de Bomberos	
Seleccionar los equipos mecánicos, tuberías y accesorios necesarios para el funcionamiento eficaz y eficiente del sistema.	Análisis de los datos obtenidos de la investigación y de los cálculos para realizar la selección de las tuberías y accesorios necesarios para realizar el sistema, así como las bombas que se necesitan para el diseño según las normas mencionadas.	Catálogos de fabricantes	Especificación de equipos, tuberías y accesorios necesarios
		Normas NFPA	
		Memoria de Cálculo	
Identificar los requerimientos establecidos por las normas NFPA y el Reglamento Nacional de Protección contra Incendios para el diseño de planos que cumplan con las especificaciones técnicas y regulatorias de estas normativas.	Analizar los requerimientos necesarios según las normas NFPA y el reglamento de Bomberos para proceder con la confección de los planos que cumplan con las especificaciones técnicas y regulatorias.	Normas NFPA	Planos del sistema de supresión contra incendios
		Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios de Bomberos	
Desarrollar una memoria de cálculo que permita cumplir con los requisitos que solicita el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica en el Manual de Disposiciones Técnicas Generales sobre Seguridad Humana y Protección Contra Incendios.	Realización de cálculo de presiones y caudales necesarios para el abastecimiento requerido del sistema de supresión de incendios.	Microsoft Excel	Memoria de cálculo
		Normas NFPA	
		Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios de Bomberos	
		Software Fire Sprinkler	

Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Excel.

2.5. Viabilidad

Las tecnologías disponibles para la realización de los diseños de supresión de incendios han avanzado de forma considerable con respecto a los equipos y sistemas que se tienen disponibles; por lo tanto, los diseños que se realizan se deben de hacer de manera correcta y minuciosa para elegir los insumos que mejor se adapten a las necesidades ante la amplia gama de productos que se encuentran en el mercado.

Además, la principal ayuda que se posee para ejecutar el proyecto son las normas de la NFPA y el Reglamento Nacional del Cuerpo de Bomberos, pues estas brindan especificaciones que se deben de seguir en el diseño, por lo que una vez interpretadas, se procede a seguir esos lineamientos en el diseño correspondiente.

Por otro lado, se poseen herramientas tecnológicas para la ayuda del diseño como los softwares de dibujo como el AutoCAD en el que se pueden realizar los planos de una forma más sencilla. Además, se poseen softwares que ayudan a simular y corroborar que el diseño que se propone es el adecuado y que funciona correctamente, lo cual es de gran ayuda, pues se asegura que el diseño está correcto para proceder con la instalación.

2.6. Alcance

El impacto del proyecto radica en varios puntos, inicialmente, se posee que sin un correcto diseño del sistema de supresión de incendios no se van a obtener los permisos de construcción para la empresa a la que se le realizará el diseño, lo cual los podría afectar económicamente debido a los atrasos que se puedan presentar, además la empresa encargada de los diseños se va a ver afectada en reputación y también económicamente si no se realiza un diseño correcto. Por otro lado, si el diseño no está realizado de una manera correcta no se puede asegurar la adecuada seguridad de las personas que laboran en la planta y los elementos que se almacenan en el recinto.

En este proyecto, se va a incluir el diseño del sistema de supresión contra incendios mediante rociadores automáticos junto con toda su tubería, soportería y equipos mecánicos necesarios para asegurar el correcto funcionamiento de este. Por otro lado, no se va a incluir ningún sistema de detección de incendios o algún sistema de alarmas, pues el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios del Cuerpo de Bomberos (2020) en el artículo 11.7.14 menciona que no es obligatorio para zonas de almacenamiento protegidas con rociadores automáticos.

2.7. Limitaciones

En este proyecto, la principal limitación es el nivel de confidencialidad requerido para desarrollar el proyecto, ya que, al estar en proceso de diseño, se solicitó por parte de la empresa no revelar el nombre del lugar donde se realizará el diseño del sistema de supresión de incendios. Por este motivo, en el título del proyecto solo se presenta como un sistema de supresión de incendios para un centro de distribución de alimentos.

Además, otra limitación que se presenta es la obtención de las normas NFPA, ya que estas no son de acceso gratuito, pero para esto se solicitará la colaboración del asesor del proyecto quien ya cuenta con las normas para poder acceder a los artículos necesarios de las normas para la correcta realización del diseño.

3. Marco Teórico

3.1. Combustión

Según San José (2010), la combustión es un conjunto de reacciones de oxidación con desprendimiento de calor, que se producen entre dos elementos: el combustible que puede ser sólido (madera, carbón, etc.), un líquido (Gasolina, aceites, etc.) o un gas (propano, gas LPG, etc.) y el comburente que generalmente es el oxígeno. La combustión es un proceso de oxidación rápida y con presencia de llama que se mantiene estable si hay presencia de los dos elementos anteriormente mencionados. Para que se lleve a cabo una combustión, se deben de presentar los tres elementos mostrados en la Figura 2, si falta alguno de los vértices no es posible que se inicie una combustión.



Figura 2. Triángulo de la Combustión.

Fuente: Combustión y combustibles (2010)

Por lo tanto, para la prevención del fuego, se basa en luchar contra alguno de estos vértices mostrados en la Figura 2 para evitar que se produzca el fuego, además, para que se mantenga la combustión el fuego generado, debe de formar el suficiente calor para vaporizar más combustible que va a volver a mezclarse con el oxígeno y seguir generando el fuego, a este fenómeno se le llama reacción en cadena. (San José, 2010)

3.1.1. Calor

Alomá (2007) define calor como la forma de energía que se trasfiere a un sistema y sus alrededores debido a una diferencia de temperatura, una interacción de energía es calor solo si ocurre a causa de una diferencia de temperaturas, es decir, que no hay transferencia de calor entre dos cuerpos si ambos están a la misma temperatura.

3.1.2. Combustible

San José (2010) menciona que el combustible es cualquier material ya sea sólido, líquido o gas cuyas propiedades ayudan en el proceso de combustión; además, se caracterizan por estar constituidos por mezclas o combinaciones de pocos elementos, estos elementos generalmente son: Carbono, Hidrogeno, Nitrógeno, Azufre entre otros.

3.1.3. Clasificación de tipos de fuego

El manual de disposiciones técnicas del Benemérito Cuerpo de Bomberos (2013) muestra la clasificación de los diferentes tipos de fuego según las características del material inflamable y el lugar de ignición del fuego, estos tipos de fuego son:

- **Clase A:** son fuegos en materiales combustibles comunes como la madera, tela, papel, caucho y plásticos.
- **Clase B:** Fuegos en líquidos o gases, inflamables o combustibles como por ejemplo aceites, grasas, alquitranes, bases de pinturas etc.
- **Clase C:** involucran equipos eléctricos energizados donde la conductividad eléctrica del medio de extinción es importante.

- **Clase D:** Fuegos en metales que como están divididos en partículas tienen la capacidad de entrar en combustión, entre estos se pueden mencionar: magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, etc.
- **Clase K:** Fuego en utensilios o áreas de cocina que involucren un medio combustible como aceites minerales, animales o grasas.

3.2. Medidas de protección contra incendios

La norma NFPA 101 (2021) menciona dos tipos de medidas de protección contra incendios según las acciones que se realicen las cuales son:

3.2.1. Protección activa

Son las acciones relacionadas directamente a la protección y lucha contra los incendios en un recinto, entre ellas se puede mencionar: la evacuación, utilización de extintores, sistemas fijos, entre otros.

3.2.2. Protección pasiva

Son las acciones que van a estar presentes de manera permanente y que no van a implicar ninguna acción directa sobre el fuego, pero pueden prevenir la propagación del fuego, proteger instalaciones de equipos o eléctricas, evitar la estabilidad de las estructuras, entre otras. Estas acciones van a colaborar con la evacuación de personas en caso de emergencia y ayudan a retardar la acción del fuego, algunos ejemplos son: las puertas de emergencia o las paredes de materiales no combustibles que ayuden a retardar el fuego.

3.3. Clasificación de equipos contra incendio

El Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios del Benemérito Cuerpo de Bomberos (2020) clasifica los equipos contra incendios en dos grupos:

3.3.1. Sistemas contra incendio portátiles:

En esta categoría, se colocan los extintores portátiles, los cuales deben de ser seleccionados según la naturaleza de los combustibles presentes, en la zona para lo cual se usa la clasificación de los tipos de fuego mencionada anteriormente.

3.3.1.1. Sistemas de protección con extintores:

Según la NFPA 10 (2018), los extintores portátiles son la primera línea de protección contra incendios de pequeño tamaño y en fases iniciales, la norma menciona las directrices que se deben de seguir para la correcta selección e instalación de este sistema. Las diferencias entre los tipos de extintores radican en el tipo de líquido extintor que estos poseen, y la selección de cada extintor va a depender de los combustibles que se presentan en un recinto según la clasificación de los tipos de fuego, además, la cantidad de extintores que se deben colocar depende del tipo de riesgo presente en el recinto a proteger.



Figura 3. Sistema de protección con extintores

Fuente: Previnsa (2018)

3.3.2. Sistemas contra incendios fijos:

En esta clasificación, se encuentran los sistemas manuales basados en gabinetes con mangueras, los hidrantes y los sistemas de rociadores.

3.3.2.1. Sistema de protección con hidrantes

Como lo menciona la NFPA 14 (2019), este es un sistema que se instala de manera fija en puntos estratégicos alrededor de los recintos a proteger y consiste en una toma de agua que se utiliza para proporcionar caudales considerables para ayudar a que los bomberos logren una correcta atención de los incendios.



Figura 4. Protección con hidrantes.

Fuente: Extintores la Unión (2019)

Por otro lado, el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios del Cuerpo de Bomberos (2020) indica que todo edificio con un área de construcción mayor o igual a 2000 m² debe contar con un hidrante instalado a la red pública, que se debe de contar con tuberías para el abastecimiento de los hidrantes no menores a 150 mm y que la distancia lineal de separación entre los hidrantes no debe de ser mayor a 180 metros medidos siguiendo el recorrido de la calle.

3.3.2.2. Sistema de protección con rociadores

Según la NFPA 13 (2019), este es un sistema que consiste en una red de tuberías colocadas generalmente abajo del techo, pueden ser colocadas cubiertas por el cielo raso o expuestas, las tuberías son alimentadas a presión por un sistema de bombeo de agua y en este sistema de tuberías

se instalan una serie de rociadores a distancias regulares que están diseñados para abrirse al obtener señales de calor o por medio de sistemas de detección de incendios.



Figura 5. Sistema de protección con rociadores.

Fuente: Firesafex (2018)

3.4. Clasificación de riesgos

La norma NFPA 13 (2019) menciona algunas características de los riesgos las cuales son:

- Grado de peligrosidad.
- Velocidad de propagación del fuego.
- Clase y tipos de los equipos o insumos que se requieren proteger.
- Clases de fuego

Como en este caso se posee un edificio que será para el almacenamiento, la norma (NFPA 13, 2019) y el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios del Benemérito Cuerpo de Bomberos (2020) mencionan que el riesgo de incendio en cualquier edificio o estructura se va a dar por el material que se almacenará en el recinto y se clasifica como:

3.4.1. Riesgo leve (bajo)

Según la Norma NFPA 13 (2019) en el artículo 3.3.134.3 este tipo de riesgo se presenta cuando la cantidad de materiales clase A o clase B presentes son tales que se puede prever que los posibles incendios sean de una pequeña magnitud. En el nivel clase A pueden incluirse oficinas, iglesias, salones de conferencias, centrales telefónicas entre otras. Y en el nivel B, se incluyen pequeñas cantidades de inflamables como por ejemplo en máquinas copiadoras, departamentos de arte siempre que los insumos se mantengan en envases sellados y correctamente almacenados.

3.4.2. Riesgo ordinario (moderado)

Según la Norma NFPA 13 (2019), en el artículo 3.3.134, este riesgo se presenta cuando la cantidad de materiales clase A y clase B, se presentan en una proporción mayor que la esperada en el riesgo leve, estas localidades pueden consistir en almacenes, salas de ventas en establecimientos comerciales, salones de exhibición de autos, parqueos, industrias de manufactura, talleres de aprendizaje, bibliotecas y almacenes no clasificados como de riesgo alto, este tipo de riesgo se divide en 2:

Grupo 1: Se da en espacios con moderada cantidad de combustible y baja combustibilidad de los contenidos, además donde los apilamientos de los contenidos no excedan los 2,4 metros

Grupo 2: Se da en espacios donde la cantidad de combustible es de moderada a alta y se tiene baja combustibilidad, además los apilamientos de los contenidos no deben exceder los 3,7 metros.

3.4.3. Riesgo extraordinario (alto)

Según la Norma NFPA 13 (2019), en el artículo 3.3.134, este tipo de riesgo se presenta cuando la cantidad de materiales clase A o clase B hagan prever que los posibles incendios serán de gran magnitud, se pueden incluir los almacenes con materiales combustibles apilados y zonas donde se

realicen procesos tales como pintura, baños por inmersión, revestimiento incluyendo manipulación de líquidos inflamables, talleres de carpintería, reparación de vehículos entre otros, este riesgo también se puede dividir en 2, los cuales son:

Grupo 1: Son ocupaciones con altas cantidades de los contenidos y con una alta combustibilidad, además, se tiene presencia de polvos, pelusas u otros materiales que introducen la probabilidad de incendios de rápido desarrollo.

Grupo 2: Son ocupaciones con altas cantidades de los contenidos y con una alta combustibilidad, espacios con cantidades sustanciales de líquidos combustibles o inflamables y espacios donde es extensa la protección de combustibles.

3.5. Extinción de incendios

Según Muñoz (2014), para detener el fuego se debe detener alguno de los elementos que se mencionan en el triángulo del fuego, según el factor que se pretende eliminar se va a tener una clasificación de la extinción de incendios de la siguiente manera:

3.5.1. Eliminación

Se refiere a la eliminación del combustible, si este es eliminado de las proximidades de la zona de fuego este se va a extinguir, esto puede conseguir cortando el flujo a la zona de fuego de gases o líquidos, o quitando sólidos o recipientes que contengan líquidos o gases de las zonas del fuego o también se puede realizar indirectamente refrigerando los combustibles alrededor de la zona de fuego.

3.5.2. Sofocación

Como se mencionó al inicio, la combustión requiere de combustible, por lo tanto, este método consiste en tratar de eliminar las fuentes de oxígeno para eliminar el fuego. Esto se puede realizar de varias maneras:

- Por ruptura de contacto aire-combustible, consiste en recubrir el combustible con un material incombustible (manta ignífuga, arena, espuma, polvo, etc.)
- Dificultando el acceso de oxígeno fresco a la zona de fuego cerrando puertas y ventanas.

3.5.3. Enfriamiento

De la energía desprendida en la combustión parte es disipada al ambiente en forma de calor y parte inflama nuevos combustibles propagando el fuego, por lo que si se elimina tal energía se debería de extinguir el incendio, esto se puede conseguir arrojando sobre el fuego sustancias que por descomposición o cambio de estado absorben energía, como por ejemplo el agua.

3.5.4. Inhibición

Busca interrumpir la reacción en cadena al atacar la base de la llama, un ejemplo de esto es el polvo que liberan los extintores compuestos por sales de fosfatos bicarbonatos.

3.6. Clasificación de mercancías

La norma NFPA 13 (2019) divide las mercancías y sus requisitos de protección según su material y su tipo de almacenamiento, entre los tipos de almacenamiento se encuentran: carga unitaria, almacenamiento en estantes espalda con espalda, almacenamiento en gavetas, almacenamiento en pilas de gran altura, almacenamiento en pilas de baja altura, almacenamiento misceláneo, en pallets (mostrados en la Figura 6) o estantería (racks) la cual es la más común y la que se utilizará en el caso a desarrollar.



Figura 6. Estantes tipo pallets.

Fuente: Pro-pallet (2021)

La NFPA 13 (2019) menciona que el almacenamiento en estanterías o racks puede ser de diferentes anchos dependiendo de las dimensiones de los materiales que se almacenarán y su altura, solamente se debe respetar una dimensión mínima de 1,1 metros de pasillos entre cada estante, en la Figura 7 se puede observar un sistema de almacenamiento típico en racks.



Figura 7. Almacenamiento en racks.

Fuente: Acavisa Industrial (2021)

La clasificación que menciona la norma NFPA 10 es la siguiente:

3.6.1. Clase 1

Es el almacenamiento de productos no combustibles en pallets de madera directamente y que sean almacenados en cajas de cartón corrugado de capa única con o sin divisiones.

3.6.2. Clase 2

Almacenamiento de productos no combustibles que se encuentran con o sin pallets, en canastas de listones de madera, en cajas de madera macizas, en cajas de cartón corrugado de múltiples capas o con material de embalaje combustible.

3.6.3. Clase 3

Almacenamiento de productos formados de madera, papel, plásticos o fibras naturales grupo C con o sin cajas de cartón ubicadas en canastas con o sin pallets.

3.6.4. Clase 4

Almacenamiento de forma parcial o total de cantidades considerables de plásticos grupo A con un flujo constante.

3.7. Almacenamiento de plásticos

Según NFPA 13 (2019), se definen los tipos de materiales según su composición y confección, esto es importante para la determinación de los niveles de riesgo que se poseen en el recinto, algunos de estos materiales son:

3.7.1. Plásticos expandidos (espumados celulares)

Son aquellos plásticos cuya densidad se ve reducida por la presencia de gran cantidad de pequeñas cavidades (celdas) que se interconectan o no, dispersas por toda su masa.

3.7.2. Plásticos de grupo A expuestos

Son los artículos no envasados ni recubiertos en materiales que absorben el agua o que de alguna otra forma retardan considerablemente el riesgo de arder de la mercancía, el papel envuelto o encapsulado deben ser considerados expuestos.

3.8. Instalaciones hidráulicas contra incendios

Según Suay (2016), las instalaciones hidráulicas contra incendios se ordenan sucesivamente en tres partes, las cuales consisten el aprovisionamiento, alimentación y ataque como se ve en la Figura 8.

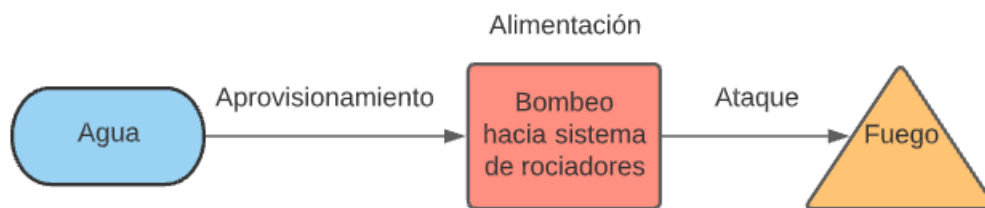


Figura 8. Proceso de instalaciones hidráulicas.

Fuente: Elaboración propia, Lucid Chart

Suay (2016) menciona que el aprovisionamiento corresponde a la parte de las instalaciones que proporciona el agente extintor, es decir, corresponde a la fuente de alimentación de agua la cual posee algunas partes como:

- Mangueras.
- Hidrantes exteriores.
- Red general de incendios.

Por otro lado, la alimentación se compone del sistema de bombeo, el cual es el encargado de suministrar el agente extintor a las tuberías con las presiones y caudales que correspondan según el diseño del sistema.

Finalmente está la parte que corresponde al ataque, en esta parte se requiere garantizar la llegada del agente extintor sobre el agua, el cual está compuesto por los rociadores automáticos.

3.9. Rociadores automáticos

La NFPA 13 (2019) en el capítulo 3 menciona las características de los rociadores para extinguir o controlar el fuego.

Según Suay (2016), los rociadores automáticos son el medio de protección contra incendios de mayor fiabilidad, ya que estos evitan demoras entre la detección y la supresión del incendio.

3.9.1. Características de los rociadores automáticos

3.9.1.1. Sensibilidad térmica

Según la NFPA 13 (2019), la sensibilidad térmica es una medida de la rapidez con la que funcionará el elemento térmico que posee los rociadores, la medida de la sensibilidad térmica se representa como el índice de tiempo de respuesta (RTI) por sus siglas en inglés y esta se comprueba mediante ensayos normalizados. Los rociadores poseen una clasificación según su índice de respuesta a la sensibilidad térmica en:

- **Rociadores de respuesta rápida (QR)**: Presentan un elemento térmico con un índice de respuesta o RTI de 50 (metros-segundos)^{1/2} o menos.
- **Rociadores de respuesta estándar (SR)**: Presentan un elemento térmico con un índice de respuesta o RTI de 80 (metros-segundos)^{1/2} o menos.

En los rociadores, los elementos térmicos antes mencionados están presentes como una bombilla de vidrio, los cuales, en el caso de los de respuesta estándar, es de aproximadamente 5 mm y para los de respuesta rápida de aproximadamente 3 mm, pues, al ser más pequeña la bombilla de vidrio, la capacidad de respuesta del rociador va a aumentar lo que genera tiempos de activación menores, en la Figura 9 se pueden observar las bombillas de vidrio que contienen el elemento térmico.



Figura 9. Bombilla de respuesta en rociadores.

Fuente: Infoteknico (2020)

3.9.1.2. Temperatura de activación

La norma NFPA 13 (2019) menciona que es de suma importancia la determinación de la temperatura ambiente del recinto y de la cubierta que posee el mismo donde se instalarán los rociadores para evitar el accionamiento accidental si hay aumentos en la temperatura.

Los rociadores poseen diferentes colores en los elementos térmicos, como se puede ver en la Figura 10 y estos dependen de la temperatura de activación, según la NFPA estos colores son:

Tabla 2. Colores y temperatura de activación.

Color	Temperatura (°C)
Naranja	57,2
Rojo	68,3
Amarillo	78,9
Verde	93,3
Azul	141,1
Morado	182,2
Negro	226,7

Fuente: NFPA 13 (2019)



Figura 10. Colores de los elementos térmicos en los rociadores.

Fuente: NFPA Journal (2021)

3.9.2. Clasificación según la orientación de la instalación de los rociadores

La NFPA 13 (2019) en el artículo 3.3.205.3 define los rociadores de acuerdo con la orientación en la instalación.

3.9.2.1. Rociador Oculto

Es un rociador empotrado con una placa de cubierta que se coloca en lugares donde se requiera disimular su presencia y mejorar la estética del recinto.

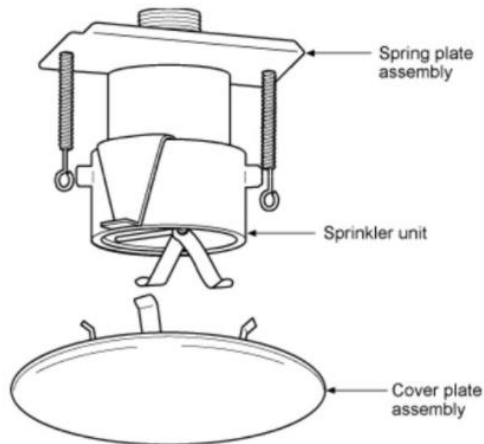


Figura 11. Rociador Oculto

Fuente: Chowanczak, 2012

3.9.2.2. Rociador Montado a ras

Es un rociador en el que la totalidad o parte del cuerpo, incluido la rosca del vástago, está montado por encima del plano inferior del cielo raso, poseen un aspecto atractivo y se consideran rociadores de respuesta rápida.



Figura 12. Rociador montado a ras.

Fuente: TYCO, 2018

3.9.2.3. Rociador Colgante

Es un rociador diseñado para ser instalado de tal manera que el chorro de agua se dirija hacia abajo, contra el deflector, es decir del lado de abajo del ramal de distribución.



Figura 13. Rociador Colgante.

Fuente: Coya, A (2016)

3.9.2.4. Rociador Empotrado

Es un rociador en el que la totalidad o parte del cuerpo, excepto la rosca del vástago, está montado dentro de una carcasa empotrada.



Figura 14. Rociador Empotrado.

Fuente: Reliable Sprinklers, 2021

3.9.2.5. Rociador de muro Lateral

También llamado rociador de pared es un rociador que tiene deflectores especiales que están diseñados para descargar la mayor cantidad de agua lejos del muro adyacente, es un patrón similar a un cuarto de esfera, con una pequeña porción de la descarga dirigida hacia el muro situado detrás del rociador.



Figura 15. Rociador de muro lateral.

Fuente: TYCO, 2018

3.9.2.6. Rociador Montante

Es el tipo de rociador más utilizado, es un rociador diseñado para ser instalado de tal manera que la pulverización de agua se dirija hacia arriba, contra el deflector, es decir, el rociador se coloca por arriba del ramal de distribución.



Figura 16. Rociador Montante.

Fuente: Contra Incendio, 2018

3.9.3. Clasificación de rociadores según la forma de distribución de agua

3.9.3.1. Convencionales

Según la NFPA 13 (2019), este tipo de rociadores al activarse tienden a mojar parte del techo; sin embargo, la mayor parte del agua va a caer en el suelo.

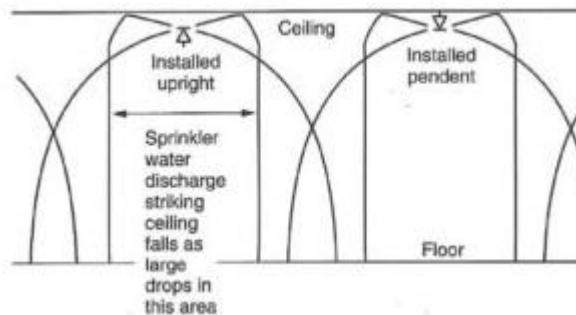


Figura 17. Distribución convencional de rociadores.

Fuente: Galán, 2016

3.9.3.2. Pulverizadores

La totalidad del agua que se utiliza y que entrega el rociador, cae al suelo al momento de la activación.

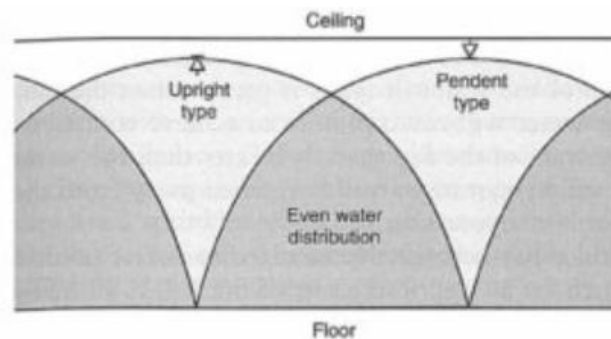


Figura 18. Distribución de Rociadores Pulverizadores.

Fuente: Galán, 2016

3.9.4. Factor K

El factor K de los rociadores corresponde a la presión desde un orificio, este se calcula a partir del flujo y la presión que se trasiega en un punto de estudio y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$K = \frac{Q}{\sqrt{P}} \quad (1)$$

Donde:

K = Equivalente de la presión en un orificio.

Q = Flujo en el nodo del rociador.

P = Presión en el nodo del rociador.

3.9.5. Sistemas de rociadores

La NFPA 13, 2019 menciona diferentes configuraciones o tipos de sistemas de rociadores, estos sistemas van a cumplir con un patrón sistemático que debe ser previamente calculado, el sistema en si está compuesto de la fuente de suministro de agua, la red de tuberías, válvulas de control de agua y drenaje. Entre los sistemas que se pueden realizar están:

3.9.5.1. Sistema Húmedo

Son sistemas que van a estar llenos de agua a presión, en estos la descarga de agua va a realizarse de manera inmediata por medio de los rociadores que se activan por medio del calor que genera el fuego, es importante mencionar que estos deben estar conectados a un suministro de agua.

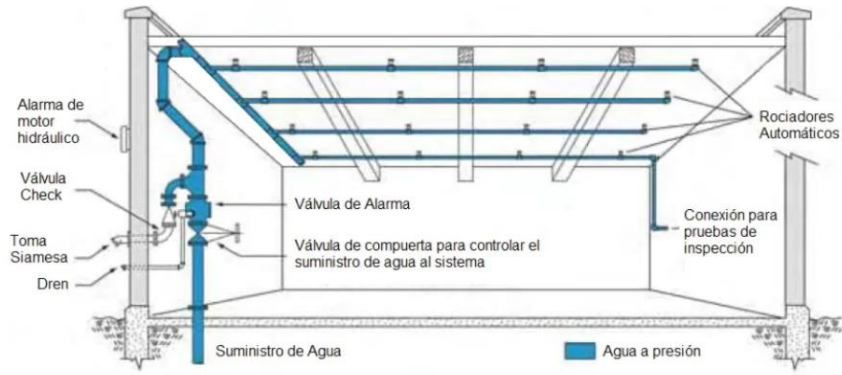


Figura 19. Sistema húmedo contra incendios.

Fuente: TYCO, 2013

3.9.5.2. Sistema Seco

Estos sistemas se presentan cuando hay problemas o riesgos de congelación del agua en las tuberías, se da de igual forma con tuberías, pero en este caso contienen aire o nitrógeno, y estos al ser liberados van a permitir el paso del agua por la tubería hasta ser liberada por los rociadores.

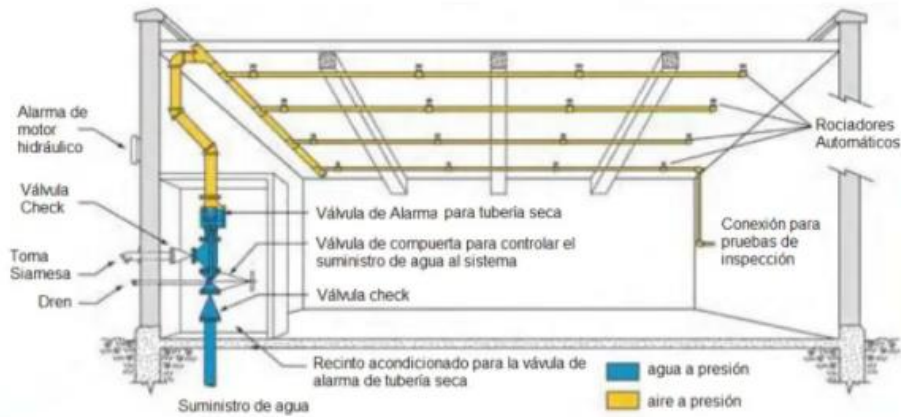


Figura 20. Sistema seco contra incendios

Fuente: TYCO, 2013

3.10. Sistema de Bombeo

La NFPA 20, 2019 menciona las regulaciones para la instalación de las bombas de los sistemas contra incendios, según esta norma las bombas son equipos en las cuales se genera una transformación de la energía mecánica en energía hidráulica, con el propósito de tomar cierto volumen de agua a una cierta presión e incrementar esa presión del fluido que trasiega, en estos casos del agua. Las bombas necesitan de un sistema que haga girar su eje, generalmente este sistema es un motor eléctrico, un motor eléctrico o una turbina de vapor, pero en el caso de las bombas contra incendios es común que sean accionada por un motor eléctrico o de diesel. (NFPA 20, 2019)

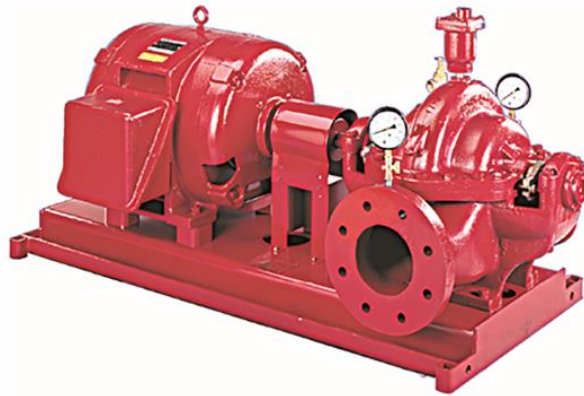


Figura 21. Ejemplo de bomba contra incendios

Fuente: NFPA Journal, 2021

La norma NFPA 20, 2019 indica que las bombas contra incendio deben permitir suministrar hasta el 140% de la presión neta para las bombas centrifugas cuando no hay flujo de agua (presión de cierre), además, menciona que estas deben de tener la capacidad de suministrar al menos el 65 % de la presión neta al 150% del flujo demandado.

3.10.1. Equipo de bombeo auxiliar o bomba jockey

Según la norma NFPA 20, 2019, la función de la bomba auxiliar o bomba jockey es mantener la instalación a una presión constante reponiendo alguna fuga en la red. Esta bomba se dimensiona para compensar la tasa de pérdidas admisibles en 10 minutos. Además, no puede tener un flujo mayor al del rociador más demandante del sistema y la NFPA 20 (2019) menciona que debe de poseer una presión de arranque superior a 34.5 kPA con respecto a la bomba principal y que no requiere de certificaciones para ser instalada.



Figura 22. Bomba Jockey.

Fuente: Ruhrpumpen, 2018

3.11. Tanque de almacenamiento

Para el diseño de los tanques de almacenamiento del agua, se posee la norma NFPA 22 (2018), la cual es llamada norma para tanques de agua para la protección contra incendios privada.

Esta norma indica que para dimensionar los tanques es necesario conocer el caudal nominal de la bomba y el tiempo de descarga que va a estar asociado al riesgo que se determina inicialmente

en el diseño del recinto que se va a proteger, por lo tanto, al realizar la multiplicación del caudal que se tiene por el tiempo de descarga se va a obtener el volumen necesario que debe de tener el tanque de almacenamiento.

Además, la norma NFPA 22 (2018) da el derecho al diseñador para seleccionar el material y el tipo de tanque que se va a utilizar, entre los tipos de tanque que menciona la norma están:

- Tanques de concreto que pueden ser enterrados o construidos bajo el nivel del suelo.
- Tanques de acero al carbono atornillados o revestidos.
- Tanques de plástico reforzado con fibra de vidrio.
- Tanques de Madera.



Figura 23. Ejemplo de tanque contra incendios de acero atornillado.

Fuente: Incoldext, 2021

4. Diseño de Sistema contra Incendios para centro de distribución

A continuación, se presenta el desarrollo del diseño para un sistema de supresión de incendios mediante rociadores para un centro de distribución de productos alimenticios que posee un área dedicada a oficinas, cabe destacar que el área de oficinas posee un solo nivel y además que el área más grande será dedicada a una bodega para el almacenamiento de los productos, esta área tiene una altura de 19,1 metros. Esta característica de la altura es importante, ya que según la NFPA 13 las características del recinto, así como su función, el tipo de materiales almacenados, la forma de almacenamiento y las condiciones en las que se almacenan son importantes para la selección y el diseño del sistema, según el artículo 4.2 de la NFPA 13 se indica que previo al inicio del diseño, el propietario del recinto en el cual se instalará el sistema debe de suministrar al diseñador algunas consideraciones que se presentan mediante el certificado de información del propietario (Anexo 1), entre estas características están:

- Uso previsto del edificio.
- Materiales dentro del edificio.
- Altura máxima.
- Plan preliminar en la estructura.
- Información del suministro de agua.

4.1. Análisis de riesgos para el recinto

Al momento de realizar el diseño del sistema, el análisis de riesgos va a consistir en el primer paso sin importar el método que se utilice para realizar el diseño, la norma NFPA 13 clasifica los riesgos como leve, ordinario y extraordinario. En este caso, se posee un almacenamiento de plásticos clase A almacenados en cajas de cartón los cuales según la NFPA 13 se considera el

riesgo como ordinario grupo 2, pero además se posee un pequeño sector donde se almacenará una cantidad de plástico expuesto expandido como se ve en la Figura 24, el cual se considera como un riesgo extraordinario tipo 1. Además, para el área de oficinas se posee un riesgo leve.



Figura 24. Almacenamiento de plásticos expuestos expandidos.

Fuente: Elaboración Propia

4.2.Limitaciones del área de protección del sistema

Según la NFPA 13 en el artículo 4.5.1 el área de piso máxima en cualquiera de los pisos que va a ser protegido mediante rociadores abastecidos por un montaje cualquiera va a ser el siguiente:

Tabla 3. Limitación de área de protección del sistema

Tipo de Riesgo	Área máxima m²
Riesgo Leve	4830
Riesgo ordinario	4830
Riesgo extra	3720
Almacenamiento de mercancías	3720

Fuente: NFPA 13 (2019).

Como se puede observar en la Tabla 3 para el caso del almacenamiento de mercancías el cual es el caso que se tiene en este diseño, el área máxima de protección del sistema es de 3720 m², esta limitación es para la alimentación del sistema en las tuberías verticales (Riser), por ende, como en este sistema el área que se posee es de aproximadamente 5100 m² en el área de bodega no se puede realizar un solo sistema de protección, por lo tanto siguiendo la norma se procede a realizar dos sistemas de protección tomando en cuenta la mitad del área para cada uno para así obtener dos sistemas del mismo tamaño, es decir que cada sistema contemple aproximadamente 2550 m² y así se cumple con el área máxima permitida.

Para el área de oficinas no se posee problema alguno con el área máxima ya que esta es menor a las permitidas.

4.3. Protección del almacenamiento en estanterías mediante el uso de rociadores en estanterías.

Según la norma NFPA 13 para edificaciones cuyo funcionamiento es el almacenamiento misceláneo, los rociadores de techo van a cubrir un máximo de 3,7 m de altura, como en este caso se posee un techo con una altura de 19.1 metros no va a ser suficiente con el diseño de los rociadores de techo, para ello, se recurre al capítulo 25 de la norma, este capítulo nos da la solución a este problema, el cuál va a consistir en colocar otro sistema de rociadores en las estanterías para cubrir una parte de la mercancía y que los del techo cubran la parte más alta de la mercancía. Según este capítulo de la norma, se tienen varias alternativas de colocar los rociadores en las estanterías, en este caso, al tener los plásticos en cajas de cartón se va a elegir la configuración mostrada en la Figura 25, la cual permite colocar rociadores en los estantes a una altura máxima de 9,1 metros, en este caso debido a la configuración de los estantes, la cual consiste en estantes de 1,9 metros de

alto cada uno y un total de 8 estantes hacia arriba para un total de 15,2 metros de altura en los estantes, se va a colocar según la norma un solo un sistema de rociadores en los estantes los cuales se ubicarán a una altura de 7,6 metros para no sobrepasar los 9,1 metros permitidos por la norma.

Por otro lado, como se posee una pequeña área en la cual se va a almacenar plástico expuesto expandido, la norma permite una altura máxima de rociadores de 6,1 metros como se ve en la Figura 26, por lo tanto en esta zona debido a la altura de los estantes se van a colocar además de los rociadores a 7,6 metros, rociadores a 5,7 metros de altura que corresponde a la tercera hilera de estantes con el fin de proteger el riesgo que produce este tipo de plástico, la zona que llevará esta configuración se puede observar en la Figura 27.

De igual forma, la norma indica que para este tipo de rociadores en los estantes el área máxima que se puede cubrir es de 3720 m², por lo tanto, también se realizarán dos sistemas para cumplir con el área máxima permitida.

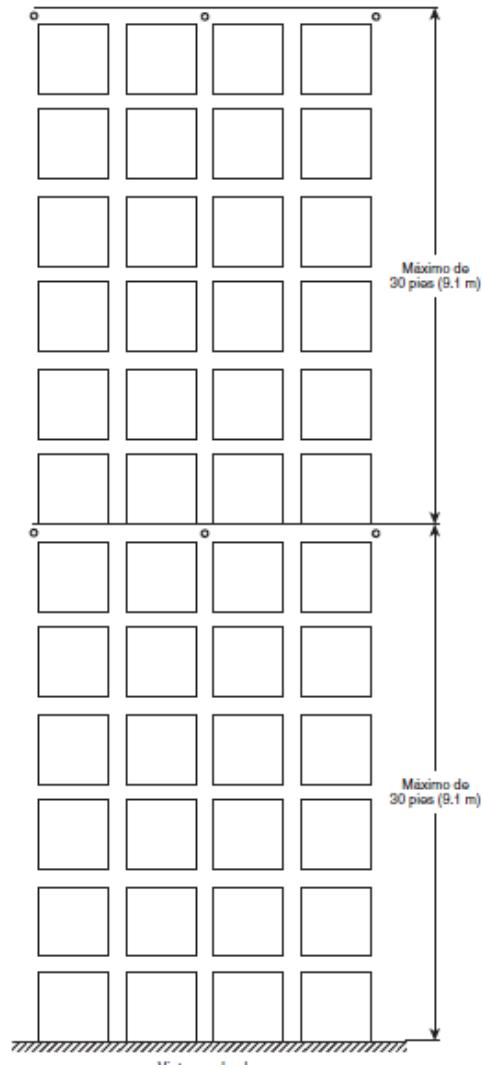


Figura 25. Protección con rociadores en estantería para plásticos en cajas de cartón en estanterías de hileras múltiples.

Fuente: NFPA 13 (2019)

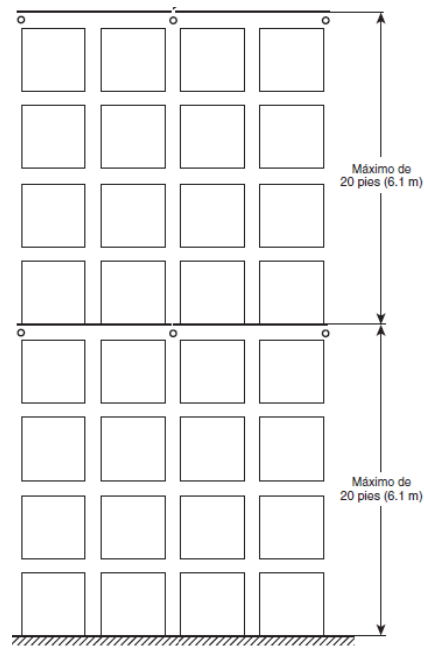


Figura 26. Protección con rociadores en estanterías para plásticos expandidos en estanterías de hileras múltiples.

Fuente: NFPA 13 (2019)

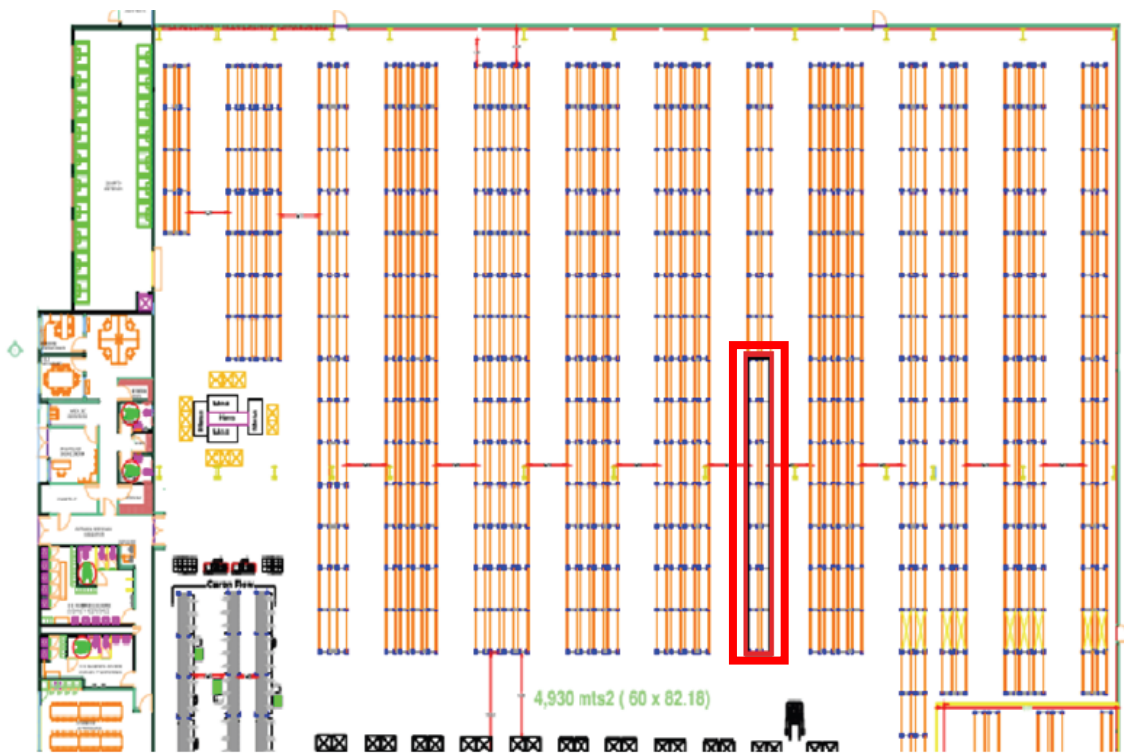


Figura 27. Área determinada para almacenamiento de plásticos expuestos expandidos.

Fuente: Elaboración Propia, AutoCAD.

4.4. Diseño de rociadores de techo para zona de bodega

4.4.1. Selección configuración de rociadores

Como se mencionó previamente, para esta zona se deben utilizar dos sistemas en rociadores de techo debido a las limitaciones de área establecidas por la NFPA 13 (2019), además la NFPA en el artículo A.3.3.206 menciona que para sistemas que funcionan en un sector de un único piso, se permite utilizar un sistema de rociadores múltiples, el cual es abastecido por una tubería principal de suministro común, para este método se poseen varias configuraciones, donde la opción que se eligió para el sistema de rociadores de techo es la mostrada en la Figura 28, la cual es un sistema de rociadores en malla. Por lo tanto, en este caso, se van a realizar dos sistemas en malla para el sistema que irá en el techo.

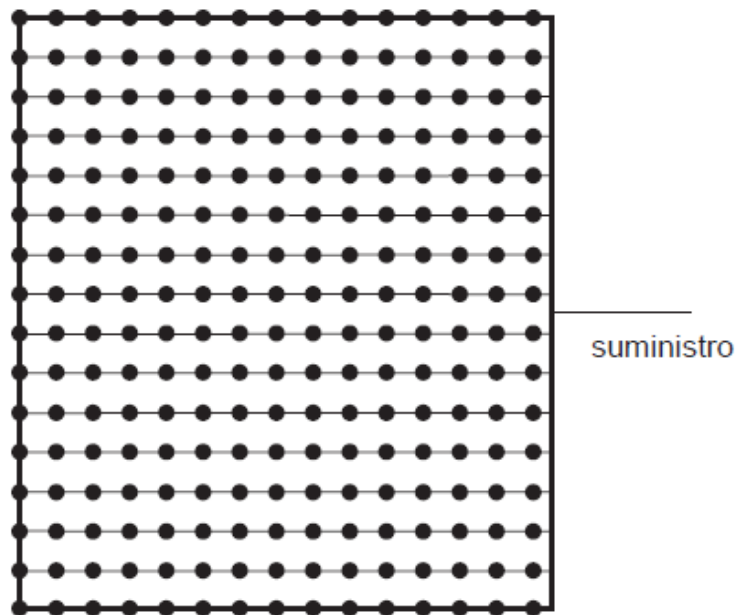


Figura 28. Sistema de Rociadores en Malla

Fuente: NFPA 13 (2019)

4.4.2. Selección Rociadores

Según el tipo de ocupación el cual es almacenamiento, la altura del recinto y la altura a la cual estará el almacenamiento, la NFPA 13 indica que, en este caso, se deben de utilizar rociadores de tipo ESFR, los cuales son rociadores de respuesta rápida y supresión temprana por sus siglas en inglés (early suppression fast response), pues, como menciona el artículo 23.6.1 de la NFPA 13, la protección del almacenamiento de plástico del Grupo A no expandido en cajas de cartón en estanterías de hilera única, doble y de hileras múltiples se debe de proteger con rociadores ESFR debido al nivel de riesgo que se posee y a la altura del recinto y su selección se realiza mediante la tabla 23.6.1 de la misma norma.

Tabla 23.4.2 *Continuación*

Disposición de almacenamiento	Mercancia	Altura máxima de almacenamiento		Altura máxima de cielorraso/techo		Factor K Nominal	Orientación	Presión operativa mínima	
		pie	m	pie	m			psi	bar
Plástico no expandido, expuesto	35	10.7	40	12	16.8 (240)	Colgante	52	3.6	
					22.4 (320)	Colgante	40	2.7	
					25.2 (360)	Colgante	25	1.7	
			45	14	22.4 (320)	Colgante	40	2.7	
					25.2 (360)	Colgante	40	2.7	
					22.4 (320)	Colgante	40	2.7	
	40	12.2	45	14	22.4 (320)	Colgante	40	2.7	
					25.2 (360)	Colgante	40	2.7	
	20	6.1	25	7.6	14.0 (200)	Colgante	50	3.4	
					16.8 (240)	Colgante	35	2.4	
					14.0 (200)	Colgante	50	3.4	
					16.8 (240)	Colgante	35	2.4	
					14.0 (200)	Colgante	75	5.2	
					16.8 (240)	Colgante	52	3.6	
35			11	16.8 (240)	Colgante	52	3.6		
				14.0 (200)	Colgante	75	5.2		
				16.8 (240)	Colgante	52	3.6		
40			12	16.8 (240)	Colgante	52	3.6		
				14.0 (200)	Colgante	50	3.4		
				16.8 (240)	Colgante	35	2.4		
25			7.6	30	9.1	14.0 (200)	Colgante	60	4.1
						16.8 (240)	Colgante	42	2.9
						14.0 (200)	Colgante	75	5.2
				35	11	16.8 (240)	Colgante	52	3.6
						16.8 (240)	Colgante	52	3.6
						14.0 (200)	Colgante	50	3.4
	40	12		22.4 (320)	Colgante	50	3.4		
				25.2 (360)	Colgante	50	3.4		
				14.0 (200)	Colgante	75	5.2		
30	9.1	35	11	16.8 (240)	Colgante	52	3.6		
				16.8 (240)	Colgante	52	3.6		
				14.0 (200)	Colgante	75	5.2		
40	12	40	12	16.8 (240)	Colgante	52	3.6		
				22.4 (320)	Colgante	50	3.4		
				25.2 (360)	Colgante	50	3.4		

Figura 29. Selección de rociadores de techo

Fuente: NFPA 13, 2019

Como se puede observar en la Figura 29, se va a utilizar una altura máxima de almacenamiento de 30 pies o 9,1 metros, además se ve que se utiliza la altura máxima del recinto de 40 pies o 12 metros, cabe resaltar que esta altura máxima no es la altura total del recinto que se posee la cual era de 19,1 metros, si no que esta altura será la equivalente desde el nivel de los rociadores in racks los cuales va a quedar colocado a una altura de 7,6 metros, por lo tanto, la altura que se tiene va a ser de 11,5 metros la cual entra en el rango máximo de altura para la selección de ese rociador.

Además, se puede ver que, para esa configuración de alturas, la norma brinda varias opciones de rociadores, en este caso se selecciona el rociador con $K = 16.8$, pues la norma menciona que como se van a colocar más rociadores in racks no es necesario realizar una sobredimensión del sistema, es decir se va a utilizar el rociador con el factor K más pequeño permitido.

Según el valor K obtenido, se procede a seleccionar los rociadores correspondientes en los catálogos, en este caso se selecciona un rociador Modelo JL17 ESFR de la marca Reliable como se muestra en la Figura 30, las características del rociador se muestran en los anexos correspondientes.

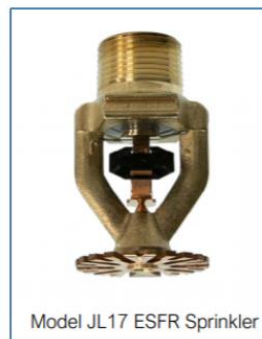


Figura 30. Rociador de Techo Seleccionado

Fuente: Reliable Sprinklers (2021)

4.4.3. Distancia máxima y mínima entre los muros y los rociadores

La norma NFPA estipula que la distancia máxima con respecto al muro no debe de exceder la mitad de la distancia admisible entre rociadores, en este caso la distancia máxima es de 3.7 metros como se indica en la Figura 31.

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento máximo	
		pie ²	m ²	pie	m
Todas	Calculado hidráulicamente con densidad de ≥ 0.25 gpm/pie ² (10.2 mm/min)	100	9	12*	3.7*
Todas	Calculado hidráulicamente con densidad de < 0.25 gpm/pie ² (10.2 mm/min)	130	12	15	4.6

Figura 31. Tabla de áreas de protección y espaciamiento máximo entre rociadores y muros.

Fuente: NFPA 13, 2019

Además, la norma NFPA 13 (2019) menciona que los rociadores deben estar ubicados a una distancia mínima de 100 mm con respecto a los muros.

4.4.4. Separación mínima entre rociadores

La NFPA 13 (2019) indica que los rociadores deben de estar espaciados a una distancia mínima de 1.8 metros entre centros de cada rociador.

4.4.5. Densidad de flujo por área

Esto es la demanda de flujo de agua de cada rociador, este se determina según el tipo de riesgo que se tiene en el recinto y con la gráfica mostrada en la Figura 32. En este caso, se va a trabajar con una densidad de flujo de $0,20$ gpm/pie² (8,2 mm/min), según lo dicta la gráfica para un riesgo ordinario 2.

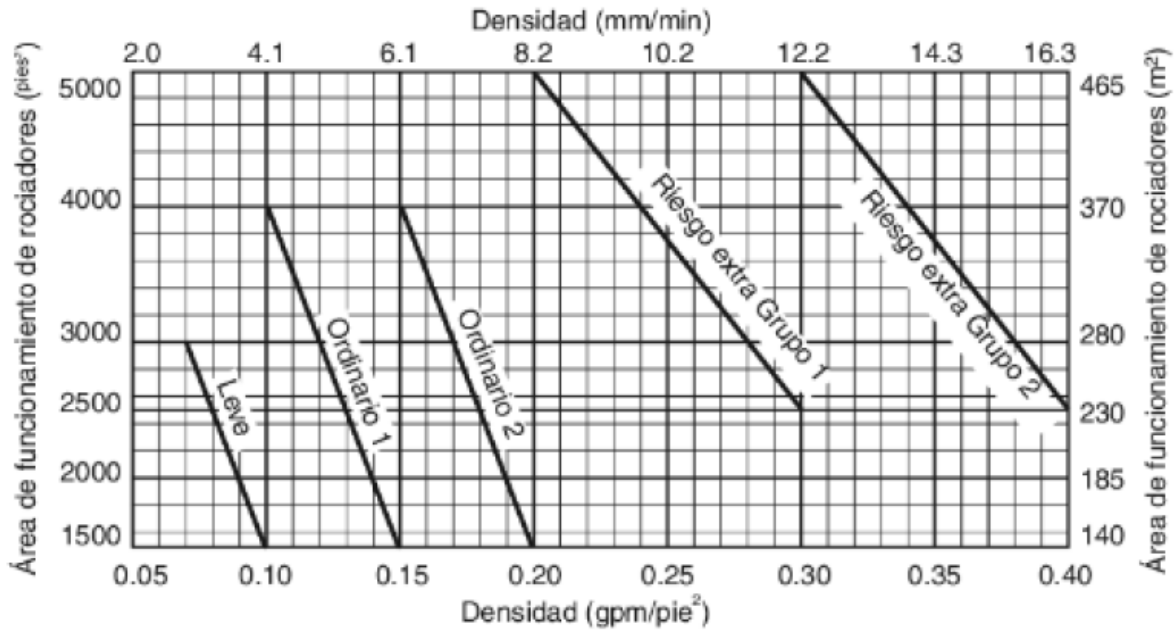


Figura 32. Densidad de flujo por área.

Fuente: NFPA 13, 2019

4.4.6. Área de cobertura nominal de cada rociador

La NFPA 13 (2019) menciona que para los rociadores de tipo ESFR se va a tener un área de cobertura nominal mínima de 100 pies² (9,29 m²) por cada rociador.

4.4.7. Cantidad mínima de rociadores

La cantidad mínima de rociadores viene dada por la siguiente fórmula:

$$Cantidad\ minima = \frac{\text{área global del recinto}}{\text{área de cobertura nominal}} \quad (2)$$

Donde:

$$\text{Área del recinto} = 5100\ m^2 = 54\ 895\ \text{pies}^2$$

$$\text{Área de cobertura nominal} = 100\ \text{pies}^2 = 9,29\ m^2$$

$$Cantidad\ minima = \frac{54895\ \text{pies}^2}{100\ \text{pies}^2} = 548,95\ \text{rociadores} \quad (3)$$

Por lo tanto, la cantidad mínima de rociadores que se deben de tener va a ser de 549.

4.4.8. Selección de tuberías

Como se mencionó anteriormente este sistema se realizará como un sistema de malla, y al tener las restricciones de áreas máximas, se van a tener dos sistemas de mallas para los rociadores de techo, por lo tanto, para la selección de las tuberías se realizó previamente la configuración y la colocación de los rociadores en los planos como se muestran en los apéndices y en la Figura 33 se muestra la tabla para la selección de las tuberías, esta tabla corresponde a la tabla 27.5.3.4 de la norma NFPA 13 (2019).

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

Figura 33. Diámetros de tuberías según la cantidad de rociadores.

Fuente: NFPA 13, 2019

En este caso, según la distribución que se realizó, se van a tener diámetros de tuberías de 2 ½ pulgada (63 mm) para los ramales de los rociadores ya que cada ramal posee 20 rociadores y cada anillo posee 14 ramales lo que quiere decir que se poseen un total de 280 rociadores por sistema de malla, por ello, el anillo externo de la malla será colocado en tubería de 6 pulgadas (150 mm), pues la tubería de 8 pulgadas (200 mm) según la sección 4.5 de la NFPA no es apta para la colocación de rociadores de techo, lo que va a provocar que la presión en estos tramos aumente.

Además, la norma NFPA 13 (2019) indica que las tuberías con diámetros menores a 2 pulgadas (50 mm) serán de Acero o hierro negro cedula 40 y para los diámetros mayores a 2 pulgadas (50 mm) se va a tener tubería de acero cedula 10.

4.4.9. Cálculo hidráulico del sistema

Para la realización del cálculo hidráulico, se utilizará el formato recomendado por la norma NFPA 13 (2019) el cuál se muestra en el anexo 9.11, esta norma también brinda las fórmulas necesarias para el desarrollo de los cálculos las cuales son:

Pérdida de presión por fricción

Para realizar este cálculo se utilizará la fórmula de Hazen-Williams, la cual se representa como:

$$p = \frac{4,52Q^{1,85}}{C^{1,85}d^{4,87}} \quad (4)$$

Dónde:

p = Resistencia friccional (psi/pie de tubería)

Q = Flujo (gpm)

C = Coeficiente de pérdida por fricción.

d= Diámetro interno real de la tubería.

Debido a los requerimientos en unidades para obtenerlos en el sistema SI, se procede a calcular la resistencia friccional a partir de la siguiente ecuación expresada en (psi/metro).

$$p = \frac{14,83Q^{1,85}}{C^{1,85}d^{4,87}} \quad (5)$$

El valor de C de la fórmula de Hazen-Williams se realiza con la tabla 27.2.3.8.1 de la NFPA 13 (2019) como se muestra en la Figura 34. Como se seleccionó una tubería de acero negro, la cual es la recomendada para los sistemas húmedos, la tabla de la NFPA 13 indica que el valor de C será de 120.

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

Figura 34. Valores C de Hazen-Williams

Fuente: NFPA 13, 2019

Perdida de fricción por elevación

Esta fórmula corresponde a los tramos donde hay cambios de altura, se representa como P_e y su cálculo en metros es de la siguiente manera:

$$P_e = 1,42 * \text{Altura en metros} \quad (6)$$

Para finalizar, se obtiene el valor de presión total (P_t) el cual es la suma de las pérdidas por fricción más la presión por elevación.

Para la realización del cálculo hidráulico, se deben de contemplar las tuberías verticales y horizontales del sistema de rociadores, así como los accesorios que se poseen, además el artículo 27.2.4.7.5 de la norma NFPA 13 (2019) indica que el cálculo debe de iniciarse desde el rociador más remoto. Por otro lado, el artículo 27.4.4.10.1 de la norma NFPA 13 (2019) indica que la presión mínima para cualquier rociador debe de ser de 7 psi (48,26 kPa), por ello, con este valor es con el cual se comienza el cálculo hidráulico.

La norma NFPA 13 (2019) menciona en el capítulo 27 una serie de pasos para la confección del cálculo hidráulico, estos pasos son:

- Seleccionar un factor K según las condiciones del diseño y el riesgo asociado.
- Determinar los diámetros internos de las tuberías según la cantidad de rociadores que se poseen.
- Iniciar el cálculo hidráulico con la presión mínima de 7 psi (48,26 kPa) para la descarga de los rociadores según lo indica el artículo 27.4.4.10.1 de la NFPA 13 (2019).
- Determinar el flujo inicial con la fórmula del factor K ($Q = K \cdot \sqrt{P}$) para iniciar con los valores teóricos.
- Determinar la pérdida por fricción en el sistema desde el rociador más lejano.
- Suma la presión y caudal obtenidos para obtener el total necesario por el sistema.

La realización del cálculo hidráulico se realizó mediante Excel con las fórmulas y pasos mencionados anteriormente, donde se realizaron como se mencionó anteriormente con la activación de los 12 rociadores necesarios según indica la norma NFPA 13 (2019), partiendo de los rociadores más lejanos hasta la toma de agua se obtienen siguientes valores:

Tabla 4. Calculo hidráulico de Sistema de Rociadores de Techo.

Nodo 1	Elev 1 (m)	Factor K	Flujo Adicionado (q)	Diam int nominal (pulg)	Accesorios	L	(m)	C	Pt	Total	Notas
						F	(m)		Pf por metro (psi)	Pe	
Nodo 2	Elev 2 (m)		Flujo Total (Q)	Diam int real (pulg)		T	(m)		Pf	Fricción	
1	19	16,8	0,00	2,5		L	2,9	120	Pt	7	Pf = T * Pf
2	19		44,45	2,64	2TC	F	9,2	0,0211	Pe	0	
					T	12,1			Pf	0,26	
2	19	16,8	45,25	2,5		L	2,9	120	Pt	7,26	q = Q * √P
3	19		89,70	2,64	2TC	F	9,2	0,0773	Pe	0	
					T	12,1			Pf	0,94	
3	19	16,8	48,08	2,5		L	2,9	120	Pt	8,19	
4	19		137,78	2,64	2TC	F	9,2	0,1710	Pe	0	
					T	12,1			Pf	2,07	
5	19	16,8	53,81	2,5		L	2,9	120	Pt	10,26	
6	19		191,59	2,64	2TC	F	9,2	0,3147	Pe	0	
					T	12,1			Pf	3,81	
6	19	16,8	63,01	2,5		L	2,9	120	Pt	14,07	
7	19		254,60	2,64	2TC	F	9,2	0,5325	Pe	0	
					T	12,1			Pf	6,44	

7	19	16,8	76,08	2,5		L	2,9	120	Pt	20,51	
8	19		330,68	2,64	2TC	F	9,2	0,8637	Pe	0	
					T	12,1	Pf		10,45		
9	19	16,8	93,48	2,5		L	2,9	120	Pt	30,96	
10	19		424,16	2,64	2TC	F	9,2	1,3689	Pe	0	
					T	12,1	Pf		16,56		
10	19	16,8	115,82	2,5		L	2,9	120	Pt	47,52	
11	19		539,98	2,64	2TC	F	9,2	2,1397	Pe	0	
					T	12,1	Pf		25,89		
11	19	16,8	143,95	2,5		L	2,9	120	Pt	73,41	
12	19		683,92	2,64	2TC	F	9,2	3,3130	Pe	0	
					T	12,1	Pf		40,09		
12	19	16,8	178,98	6		L	15	120	Pt	113,50	
13	19		862,90	6,36	3TC	F	12,9	0,0699	Pe	0	
					T	27,9	Pf		1,95		
13	19	16,8	180,51	8		L	17,5	120	Pt	115,45	
14	1,5		1043,42	8,25	2C	F	3,6	0,0279	Pe	24,85	
					T	21,1	Pf		0,59		
13	1,5	16,8	199,41	6		L	0	120	Pt	140,89	
14	1,5		1242,83	6,36	2C	F	3,6	0,1372	Pe	0	
					T	3,6	Pf		0,49		
									Pt	141,38	

Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Excel

Como se puede observar en la Tabla 4, se tiene un total de 1242,83 gpm (4704.62 L/min) con una presión de 141,38 psi (974.78 kPa). Cabe destacar que, para el cálculo hidráulico, según la norma NFPA 13, al caudal requerido por el sistema se le deben de agregar 250 gpm (946,35 L/s) adicionales, ya que la norma NFPA 13 (2019) lo solicita en la tabla 19.3.3.1.2 mostrada en la Figura 35 ya que es necesario para asegurar un suministro extra para chorros de mangueras, esto según los requerimientos de los rociadores de tipo ESFR para el sistema de clase 1.

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

Figura 35. Asignación de chorros para mangueras.

Fuente: NFPA 13 (2019)

El cálculo hidráulico de este sistema también se realizó mediante el uso de un software llamado Fire Sprinkler Hydraulic Calculations Software para la comprobación de los cálculos realizados, este software es de gran ayuda, ya que en este se ingresan los datos de las tuberías, los accesorios y los rociadores que se poseen en la ruta crítica y tomando en cuenta todas sus características y brinda los resultados de las presiones y caudales que se poseen además brinda los datos necesarios para la escogencia de la bomba, los resultados obtenidos se colocaron en el apéndice 3 del documento.

4.5. Diseño de rociadores de techo para bodega fría

La bodega fría que se presenta en recinto es de almacenamiento de alimentos que necesitan refrigeración, sin embargo, como no son productos congelados las temperaturas del recinto no van a ser bajo cero, por lo tanto, se puede utilizar el mismo sistema húmedo que se utilizará en todo el recinto.

Al ser esta parte de solo 10 metros de altura, se puede realizar con un solo sistema de rociadores en el techo, por lo que al ser de almacenamiento similar al de la bodega principal se hará uso de los mismos criterios de selección de los rociadores de techo, los cuales son de tipo ESFR con un $K= 16.8$, con la diferencia de que este sistema no será en malla si no que será de una tubería con los diferentes ramales en las zonas de almacenamiento.

4.5.1. Resultados de diseño

En la Figura 36 se puede observar la vista isométrica del sistema de rociadores de techo.

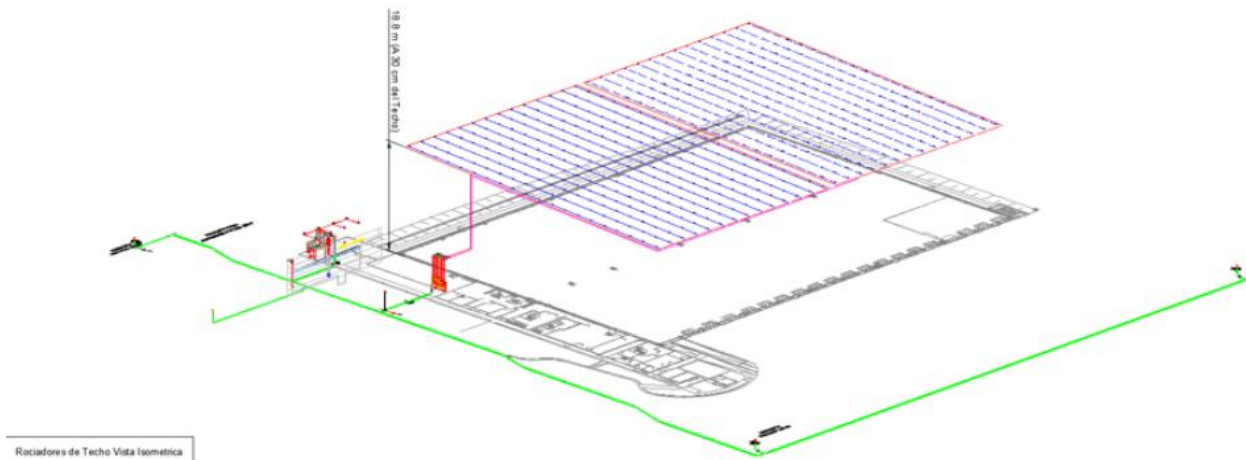


Figura 36. rociadores de techo vista isométrica.

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, según el cálculo hidráulico realizado y la comprobación mediante el cálculo del software y adicionando el caudal solicitado para las mangueras de 250 gpm (946,35 L/s) y al ser el cálculo realizado por el software un poco más exacto, se procede a seleccionar el caudal requerido por el sistema de rociadores de techo el cuál será de 1707 gpm (6,46 m³/m) a una presión de 135 psi (930,8 kPa) como se muestra en la Figura 37.

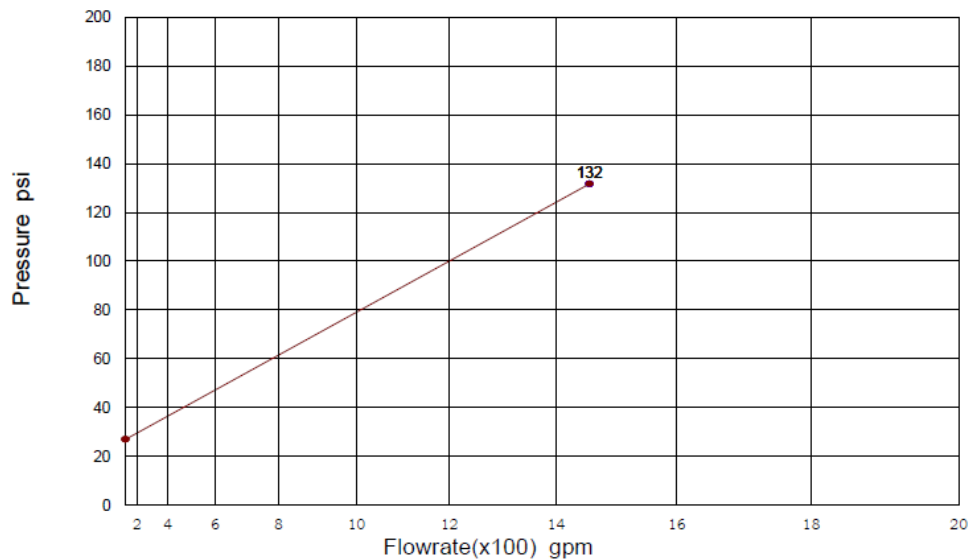


Figura 37. Gráfica de resultados de presión y caudal calculado para sistema de techo.

Fuente: Elaboración Propia, Software Elite.

4.6. Diseño de rociadores in racks

4.6.1. Selección configuración de rociadores

Como se mencionó en el diseño de los rociadores de techo, para esta zona también se deben utilizar dos sistemas en rociadores en racks debido a las limitaciones de área establecidas por la NFPA. Además, la NFPA en el artículo A.3.3.206 menciona que para sistemas que funcionan en un sector de un único piso se permite utilizar un sistema de rociadores múltiples, el cual es abastecido por una tubería principal de suministro común, para este método se poseen varias configuraciones, donde la opción que se eligió para el sistema de rociadores de techo es la mostrada en la Figura 38, el cual es un sistema de rociadores en bucle por lo tanto en este caso se van a realizar dos sistemas en bucle de una forma modificada pero siguiendo la misma teoría para el sistema que irá en los racks.

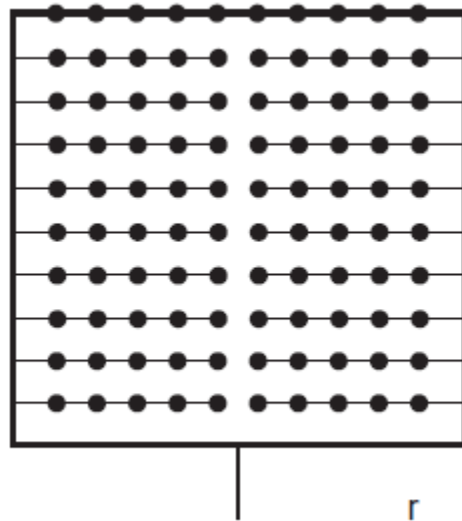


Figura 38. Sistema en bucle

Fuente: NFPA 13 (2019)

En este sistema de racks se debe de colocar una barrera horizontal en el nivel donde se colocarán los rociadores la cual según la norma NFPA 13 (2019) es una barrera sólida en posición

horizontal que cubre la estantería en determinados incrementos en altura con el fin de evitar la propagación del fuego, en esta barrera se van a instalar los rociadores, con el objetivo de obtener por así decirlo un techo falso en el nivel donde estarán los rociadores.

4.6.2. Selección Rociadores

Según el tipo de ocupación el cuál es almacenamiento, la altura del recinto y la altura a la cual estará el almacenamiento, la NFPA 13 (2019) indica que en este caso se deben de utilizar rociadores de tipo ESFR, los cuales son rociadores de respuesta rápida y supresión temprana por sus siglas en inglés (early supression fast response), ya que como menciona el artículo 23.6.1 de la NFPA 13 (2019), la protección del almacenamiento de plástico del Grupo A no expandido en cajas de cartón en estanterías de hilera única, doble y de hileras múltiples se debe de proteger con rociadores ESFR y su selección se realiza mediante la tabla 23.6.1 de la misma norma.

Tabla 23.4.2 Continuación

Disposición de almacenamiento	Mercancía	Altura máxima de almacenamiento		Altura máxima de cielorraso/techo		Factor K Nominal	Orientación	Presión operativa mínima		
		pie	m	pie	m			psi	bar	
Plástico no expandido, expuesto	35	10.7	40	12	16.8 (240)	Colgante	52	3.6		
					22.4 (320)	Colgante	40	2.7		
					25.2 (360)	Colgante	25	1.7		
			45	14	22.4 (320)	Colgante	40	2.7		
					25.2 (360)	Colgante	40	2.7		
					22.4 (320)	Colgante	40	2.7		
	40	12.2	45	14	25.2 (360)	Colgante	40	2.7		
					22.4 (320)	Colgante	40	2.7		
	20	6.1	25	7.6	14.0 (200)	Colgante	50	3.4		
					16.8 (240)	Colgante	35	2.4		
					14.0 (200)	Colgante	50	3.4		
					16.8 (240)	Colgante	35	2.4		
					14.0 (200)	Colgante	75	5.2		
					16.8 (240)	Colgante	52	3.6		
			30	9.1	35	11	16.8 (240)	Colgante	52	3.6
							14.0 (200)	Colgante	75	5.2
							16.8 (240)	Colgante	52	3.6
					40	12	16.8 (240)	Colgante	52	3.6
14.0 (200)							Colgante	50	3.4	
16.8 (240)							Colgante	35	2.4	
25	7.6	32	9.7	14.0 (200)	Colgante	60	4.1			
				16.8 (240)	Colgante	42	2.9			
				14.0 (200)	Colgante	75	5.2			
		35	11	16.8 (240)	Colgante	52	3.6			
				16.8 (240)	Colgante	52	3.6			
				22.4 (320)	Colgante	50	3.4			
25.2 (360)	Colgante	50	3.4							
30	9.1	35	11	14.0 (200)	Colgante	75	5.2			
				16.8 (240)	Colgante	52	3.6			
		40	12	16.8 (240)	Colgante	52	3.6			
				22.4 (320)	Colgante	50	3.4			
25.2 (360)	Colgante	50	3.4							

Figura 39. Selección de rociadores in racks.

Fuente: NFPA 13, 2019

Como se puede observar en la Figura 39, se va a utilizar una altura máxima de los sistemas de racks 7,6 metros y se ve que se utiliza la altura máxima del recinto de 40 pies o 12 metros, cabe resaltar que esta altura máxima no es la altura total del recinto que se posee la cual era de 19,1 metros, si no que como ya se realizó un sistema de rociadores en techo se va a utilizar esta altura la cuál es la máxima que permite la norma NFPA para la colocación de los rociadores, y este método como se colocan rociadores en dos alturas es permitido utilizar este dato como la altura.

Además, se puede ver que para esa configuración de alturas la norma brinda varias opciones de rociadores, en este caso se selecciona el rociador con $K = 25,2$, pues hay que recordar que una parte

del sistema in racks debe colocarse a varias alturas debido a los plásticos expuestos expandidos que se poseen en una zona crítica, entonces, al ser este material de un mayor nivel de riesgo, se seleccionan estos rociadores para que funcionen con este tipo de material almacenado y con todos los demás también así se va a asegurar los demás van a estar correctamente dimensionados.

Según el valor K obtenido, se procede a seleccionar los rociadores correspondientes en los catálogos, los resultados obtenidos se muestran en los anexos correspondientes.

4.6.3. Distancia máxima y mínima entre los muros y los rociadores

La norma NFPA 13 (2019) en el artículo 9.5.3.2.1 estipula que la distancia máxima con respecto al muro no debe de exceder la mitad de la distancia admisible entre rociadores, en este caso la distancia máxima es de 3.7 metros como se indica en la Figura 40.

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamento máximo	
		pie ²	m ²	pie	m
Todas	Calculado hidráulicamente con densidad de ≥ 0.25 gpm/pie ² (10.2 mm/min)	100	9	12*	3.7*
Todas	Calculado hidráulicamente con densidad de < 0.25 gpm/pie ² (10.2 mm/min)	130	12	15	4.6

Figura 40. Tabla de áreas de protección y espaciamento máximo entre rociadores y muros.

Fuente: NFPA 13, 2019

Además, la norma NFPA 13 (2019) en el artículo 9.5.3.4.1 menciona que los rociadores deben estar ubicados a una distancia mínima de 100 mm con respecto a los muros.

4.6.4. Separación mínima entre rociadores

La NFPA 13 (2019) indica que los rociadores deben de estar espaciados a una distancia mínima de 1.8 metros entre centros de cada rociador.

4.6.5. Densidad de flujo por área

Esta densidad se determina según el tipo de riesgo que se tiene en el recinto y con la gráfica mostrada en la Figura 41, en este caso se va a trabajar con una densidad de flujo de 0,30 gpm/pie² (12,2 mm/min), según lo dicta la gráfica para un riesgo extraordinario 1, esto debido a los materiales de plástico expuesto expandido que se poseen en los racks los cuales son los más críticos.

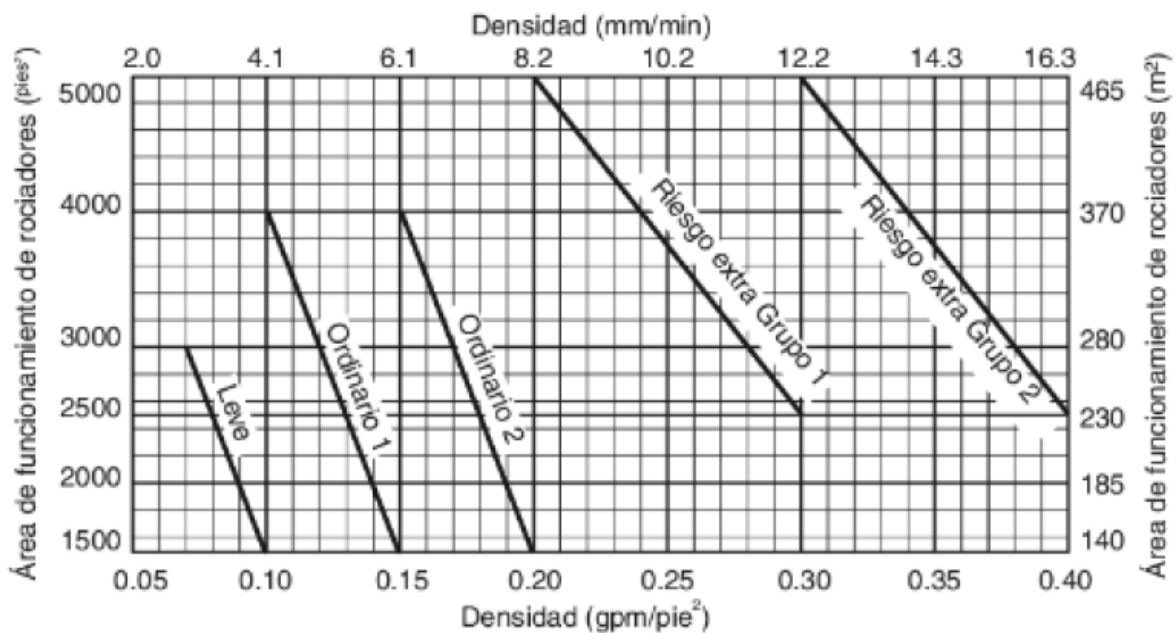


Figura 41. Densidad de flujo por área.

Fuente: NFPA 13, 2019

4.6.6. Área de cobertura nominal de cada rociador

La NFPA 13 (2019) menciona que para los rociadores de tipo ESFR se va a tener un área de cobertura nominal mínima de 100 pies² (9,29 m²) por cada rociador.

4.6.7. Selección de tuberías

Como se mencionó anteriormente, este sistema se realizará como un sistema de bucle, y al tener las restricciones de áreas máximas se van a tener dos sistemas para los rociadores de in racks. Por lo tanto, para la selección de las tuberías se realizó previamente la configuración y la colocación de los rociadores en los planos como se muestran en los apéndices y las tuberías se seleccionan los diámetros según la tabla 27.5.3.4 de la norma NFPA 13, 2019, esta tabla es la mostrada en la Figura 42.

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

Figura 42. Diámetros de tuberías según la cantidad de rociadores.

Fuente: NFPA 13, 2019

En este caso, según la distribución que se realizó se van a tener diámetros de tuberías de 2 ½ pulgada (65 mm) para los ramales de los rociadores ya que cada ramal posee 15 rociadores y cada parte externa del bucle posee 11 y 7 ramales respectivamente lo que quiere decir que se poseen un total de 165 rociadores en un sistema y 105 en otro; por lo que la parte externa del bucle será colocado en tubería de 6 pulgadas (150 mm) en ambos debido a que por la distancia que se posee al sistema de 105 rociadores es grande entonces no se quiere tener grandes pérdidas y además por temas de facilidad de manejar un solo diámetro de tuberías.

Además, la norma NFPA 13 (2019) indica que las tuberías con diámetros menores a 2 pulgadas (50 mm) serán de Acero o hierro negro cedula 40 y para los diámetros mayores a 2 pulgadas (50 mm) se va a tener tubería de acero cédula 10.

4.6.8. Calculo hidráulico del sistema

Para confeccionar la memoria cálculo hidráulico del sistema se deben de contemplar las tuberías verticales y horizontales del sistema de rociadores, así como los accesorios que se poseen, además el artículo 27.2.4.7.5 de la norma NFPA 13 (2019) indica que el cálculo debe de iniciarse desde el rociador más remoto, el artículo 27.4.4.10.1 de la norma NFPA 13 (2019) indica que la presión mínima para cualquier rociador debe de ser de 7 psi (48,26 kPa); por lo tanto, esta presión será la inicial en el cálculo hidráulico del sistema.

La memoria de cálculo del sistema in racks se realiza para realizar la verificación del sistema más crítico para la selección de la bomba, este cálculo se realizó mediante el software Excel con las fórmulas y pasos mencionados en el sistema de techo, pues es el mismo principio, este cálculo se realizó partiendo de los rociadores más lejanos hasta la toma de agua se obtienen siguientes valores:

Tabla 5. Calculo hidráulico del sistema in racks

Nodo 1	Elev 1 (m)	Factor K	Flujo Adicionado (q)	Diam int nominal (pulg)	Accesorios	L	(m)	C	Pt	Total	Notas
						F	(m)		Pe	Elevación	
Nodo 2	Elev 2 (m)		Flujo Total (Q)	Diam int real (pulg)		T	(m)	Pf por metro (psi)	Pf	Fricción	
1	7,6	25,2	0,00	2,5		L	2,9	120	Pt	7	Pf = T * Pf
2	7,6		66,67	2,64	2CT	F	7,3	0,0446	Pe	0	
					T	10,2	Pf		0,46		
2	7,6	25,2	68,81	2,5		L	2,9	120	Pt	7,46	q = Q * √P
3	7,6		135,48	2,64	2CT	F	7,3	0,1657	Pe	0	
					T	10,2	Pf		1,69		
3	7,6	25,2	76,21	2,5		L	2,9	120	Pt	9,15	
4	7,6		211,69	2,64	2CT	F	7,3	0,3784	Pe	0	
					T	10,2	Pf		7,23		
5	7,6	25,2	101,98	2,5		L	2,9	120	Pt	16,38	
6	7,6		313,67	2,64	2CT	F	7,3	0,7833	Pe	0	
					T	10,2	Pf		8,24		
6	7,6	25,2	125,03	2,5		L	2,9	120	Pt	24,62	
7	7,6		438,70	2,64	2CT	F	7,3	1,4570	Pe	0	
					T	10,2	Pf		14,86		

7	7,6	25,2	158,33	2,5	2CT	L	2,9	120	Pt	39,48
8	7,6		597,03	2,64		F	7,3	2,5766	Pe	0
					T	10,2			Pf	26,28
9	7,6	25,2	204,35	6	3C	L	16	120	Pt	65,76
10	7,6		801,38	6,36		F	5,4	0,0608	Pe	0
					T	21,4			Pf	1,30
10	7,6	25,2	206,36	6	2CT	L	2,9	120	Pt	67,06
11	7,6		1007,74	6,36		F	7,3	0,0929	Pe	0
					T	10,2			Pf	19,23
11	7,6	25,2	0,00	6	3CT	L	7,6	120	Pt	86,29
12	0		1007,74	6,36		F	9,1	0,0929	Pe	10,792
					T	16,7			Pf	9,23
									Pt	106,31

Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Excel

Una vez obtenido el cálculo de la forma manual, se procedió a comprobar el cálculo hidráulico de este sistema mediante el uso de un software Fire Sprinkler Hydraulic Calculations Software, los resultados obtenidos se colocaron en el apéndice 4 del documento.

Según la tabla 25.8.6 de la NFPA 13 para realizar la ruta crítica se debe de considerar la apertura de 6 rociadores, como se muestra en la Figura 43, los cuales van a ser los de mayor demanda hidráulica para el cálculo respectivo, esto debe estar compuesto por tres rociadores por ramal y un total de dos ramales.

Tabla 25.8.2.6 Cantidad de rociadores en el diseño de rociadores en estanterías

Disposición de instalación de rociadores en estanterías automáticos (IRAS); Figura	Cantidad de rociadores en el diseño en estanterías	
	Clase I a Clase IV y plásticos del Grupo A en cajas de cartón	Plásticos del Grupo A expuestos
Estanterías de hilera única de una profundidad de hasta 3 pies (0.9 m); Figura 25.8.2.4(a)	4	4
Estanterías de hilera única de una profundidad de hasta 6 pies (1.8 m); Figuras 25.8.2.4(b) y 25.8.2.4(c)	5	5
Estanterías de hilera doble y de hileras múltiples; Figuras 25.8.2(d), 25.8.2.4(e) y 25.8.2.4(f)	6	6 y 6*

Figura 43. Cantidad de rociadores in racks para el cálculo hidráulico.

Fuente: NFPA 13, 2019

Para los plásticos expuestos expandidos que serán segregados mediante barrera vertical se ubicarán

en estantería de hilera única con profundidad de hasta 1,8m, y según NFPA 13, 2019 en la tabla 25.8.2.6. se activarán 5 rociadores como se muestra en la Figura 44.

Tabla 25.8.2.6 Cantidad de rociadores en el diseño de rociadores en estanterías

Disposición de instalación de rociadores en estanterías automáticos (IRAS); Figura	Cantidad de rociadores en el diseño en estanterías	
	Clase I a Clase IV y plásticos del Grupo A en cajas de cartón	Plásticos del Grupo A expuestos
Estanterías de hilera única de una profundidad de hasta 3 pies (0.9 m); Figura 25.8.2.4(a)	4	4
Estanterías de hilera única de una profundidad de hasta 6 pies (1.8 m); Figuras 25.8.2.4(b) y 25.8.2.4(c)	5	5
Estanterías de hilera doble y de hileras múltiples; Figuras 25.8.2(d), 25.8.2.4(e) y 25.8.2.4(f)	6	6 y 6*

Figura 44. Cantidad de rociadores para plástico expuesto expandido.

Fuente: NFPA 13, 2019

4.6.9. Resultados de diseño

En la Figura 45 se puede observar la vista isométrica del sistema de rociadores de techo.

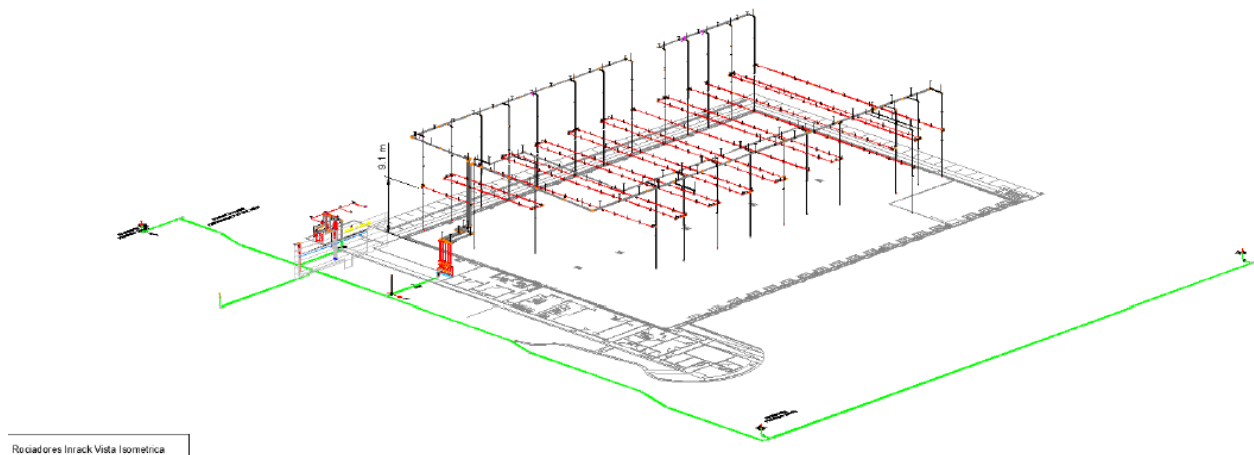


Figura 45. Rociadores in Racks.

Fuente: Elaboración Propia.

Cabe destacar que, para el cálculo hidráulico, según la norma NFPA 13 (2019) en el artículo 21.9.1, al caudal requerido por el sistema se le deben de agregar 500 gpm (1900 L/min) adicionales

para asegurar chorros en mangueras, esto según los requerimientos rociadores para almacenamiento.

Por lo tanto, según el cálculo hidráulico realizado y la comprobación mediante el software se tiene que el caudal requerido por el sistema de rociadores in racks será de 1595 gpm (6,04 m³/min) a una presión de 130 psi (896,3 kPa) como se muestra en la Figura 46.

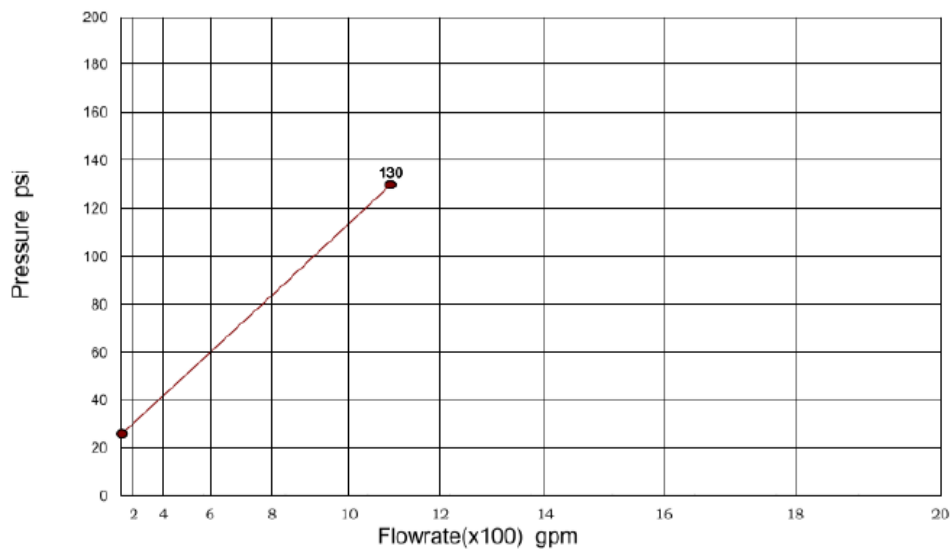


Figura 46. Gráfico de resultados de presión y caudal en sistema in racks.

Fuente: Elaboración Propia, Software Elite.

4.7. Diseño de rociadores para zona de oficinas

En este caso, se sabe que los rociadores de esta zona no van a ser la instalación que va a ser crítica en el sistema, por lo que se siguen criterios de la norma NFPA 13 (2019) para la selección de los rociadores.

Primeramente, se sabe que el nivel de riesgo en esta parte al ser oficinas es un riesgo leve, por lo que la norma, en el artículo 9.4.3.1 indica que para este nivel de riesgo se utilizan rociadores del

tipo respuesta rápida o QR por sus siglas en ingles. Con respecto al factor K de los rociadores se tiene que el inciso 9.4.4.2 indica que estos rociadores tendrán un factor $K=5.6$.

Las distancias entre rociadores y distancias entre muros y rociadores será que los rociadores de racks o de techo según la NFPA 13.

4.7.1. Cantidad mínima de rociadores

La cantidad mínima de rociadores viene dada por la siguiente formula:

$$Cantidad\ minima = \frac{\text{área global del recinto}}{\text{área de cobertura nominal}} \quad (7)$$

Donde:

$$\text{Área del recinto} = 900\ m^2 = 2\ 952\ \text{pies}^2$$

$$\text{Área de cobertura nominal} = 100\ \text{pies}^2 = 30,48\ m^2$$

$$Cantidad\ minima = \frac{2952\ \text{pies}^2}{100\ \text{pies}^2} = 29.52\ \text{rociadores} \quad (8)$$

Por lo tanto, la cantidad mínima de rociadores que se deben de tener va a ser de 30.

4.7.2. Selección de tuberías

Las tuberías serán seleccionadas con la tabla mostrada en la Figura 42, los resultados obtenidos se muestran en los planos adjuntos en los apéndices.

4.8. Selección de sistema de bombeo

Para seleccionar la bomba de protección contra incendios, se deberá seleccionar el caudal y presión críticos del sistema, comparando lo requerido por el sistema de rociadores In-Rack junto a lo requerido por el sistema de rociadores de Techo. Para este sistema el caudal y presión críticas coinciden en el sistema de rociadores de techo por lo que la bomba contra incendios deberá cumplir con un caudal de 1707,52 gpm (6,46 m³/min) a una presión de 135psi (930,8 kPA) como se muestra

en la Figura 47. Es importante indicar que igual se seleccionó una bomba contra incendios de 1500GPM (5,67 m³/min), ya que la bomba principal está en capacidad de brindar hasta el 150% de su capacidad es decir hasta 2250GPM (8,52 m³/min).

De acuerdo con la curva del fabricante, para obtener los 1715GPM@142psi, con una bomba de 4 etapas, la presión a 1500GPM deberá ser de 55ft (23,8psi) para una presión al 100% de 142,8 psi, por lo que se seleccionará una bomba a 145psi.

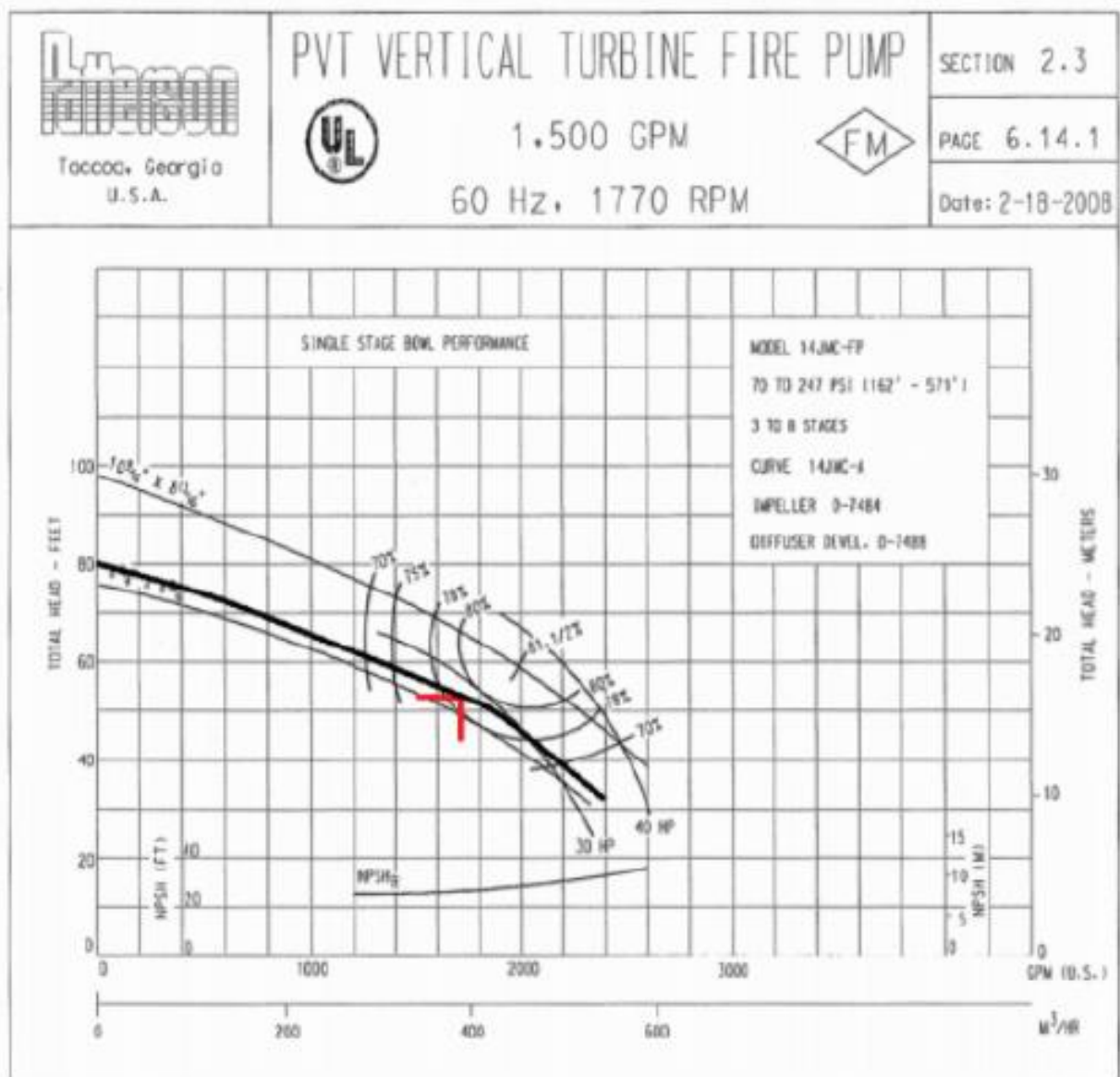


Figura 47. Curva de selección de la bomba.

4.8.1. Características de la bomba seleccionada

Tabla 6. resumen de características de la bomba seleccionada

Marca: Patterson	Motor: Combustión interna
Tipo: Turbina Vertical	Marca: Clarke
Modelo: 17JMC-FP / 4 etapas, 1475 rpm	Modelo: JU6H-UF52
Caja reductora: Randolph modelo M150	Volumen tanque combustible: 300 Gal
Caudal al 100%: 1500 gpm	Potencia en el eje: 200 HP @ 2350 rpm
Presión: 145 psi al 100%	Controlador: EATON FD-120

Fuente: Elaboración Propia

4.9. Dimensionamiento del tanque para el sistema contra incendios

De acuerdo con la NFPA 13 (2019), en la sección 23 tabla 23.3.1, se requiere un tanque de agua que tenga capacidad para la aplicación del sistema por lo menos 60 minutos, considerando almacenamiento y rociadores de tipo ESFR, por lo tanto, se tiene:

$$Volumen\ Tanque = 1707\ gpm \times 60\ minutos = 102\ 060\ Galones = 386,34\ m^3 \quad (9)$$

Este volumen calculado debe ser exclusivo para el sistema de protección contra incendios, además la obra civil del proyecto contempla la fabricación de un tanque que será de 400 m³ por lo que será superior al requerido por el sistema. Este tanque será un tanque subterráneo debido a las limitaciones en el espacio exterior de la planta, ya que al poseer el tanque de esta manera se podrá utilizar el espacio que está por encima del tanque para realizar el cuarto de máquinas del sistema, es por eso por lo que se selecciona una bomba de turbina vertical.

4.10. Selección de soportería del sistema

Según la tabla 17.4.2.1 (b) de la NFPA 13, 2019 que se puede ver en la Figura 48, se tiene el espaciamiento máximo entre los soportes colgantes para cada diámetro de tubería, en este caso se poseen tuberías de 2 ½ pulgadas o 65 mm los cuales utilizan distancias máximas de 4,6 al igual que las tuberías de 150 mm o 6 pulgadas, esto debido al material de las tuberías.

Tabla 17.4.2.1(b) Distancia máxima entre soportes colgantes (m)

	Tamaño nominal de tubería (mm)											
	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200
Tubería de acero, excepto de pared delgada roscada	NA	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
Tubería de acero de pared delgada roscada	NA	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	NA	NA	NA	NA	NA
Tubo de cobre	2.4	2.4	3.0	3.0	3.7	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
CPVC	1.7	1.8	2.0	2.1	2.4	2.7	3.0	NA	NA	NA	NA	NA
Tubería de hierro dúctil	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4.6	NA	4.6	NA	4.6	4.6

NA: No aplicable.

Figura 48. Distancia máxima entre soportes colgantes.

Fuente: NFPA 13, 2019

Esto se refiere a los soportes tipo pera para los cuales se muestran en la Figura 49, los cuales en este caso por conveniencia se van a colocar cada 2,5 metros lo que quiere decir que cumplen con la distancia máxima permitida por la NFPA.



Figura 49. Soporte tipo pera para tuberías.

Fuente: Suvalco, 2019

Según la sección 18.5.5 de la NFPA 13, 2019, todos los elementos mecánicos para el arriostre de la tubería que tienen la función de evitar el balanceo lateral y la tracción longitudinal serán listados UL, además la sección 18.5.5.1 de la misma norma indica que se deben instalar arriostres contra balanceo lateral en todas las tuberías de 2 ½” o superior.

Según la sección 18.5.6.3 de la NFPA 13, 2019 la distancia entre un arriostre contra balanceo longitudinal y el final de las tuberías principales o un cambio de dirección no debe exceder los 12,2 metros, por lo que, por conveniencia, se define en 12 metros como se muestra en la Figura 50

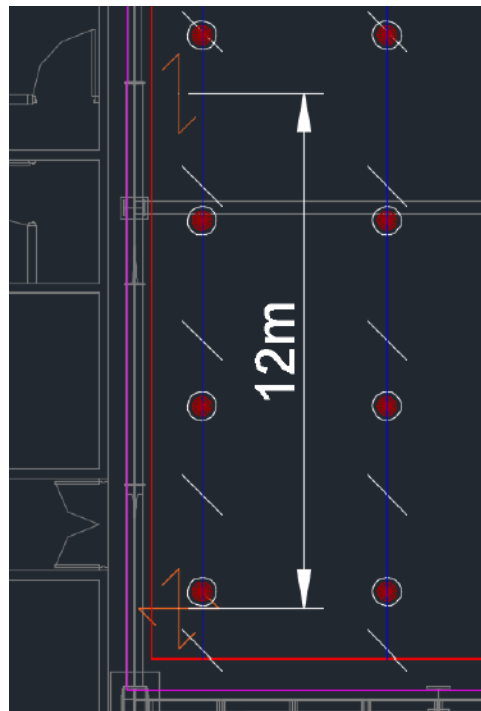


Figura 50. Distancia de separación de arriostres.

Fuente: Elaboración propia, AutoCAD

Los soportes antisísmicos seleccionados se muestran en el anexo 9.10.

5. Conclusiones

A través de los cálculos realizados, se determinaron los requerimientos necesarios de la red de supresión de incendios con relación a sus caudales y presiones exigidos por las normas NFPA los cuales corresponden a un caudal de 1707,52 gpm ($6,46 \text{ m}^3/\text{m}$) y una presión de 135 psi (930,8 kPa).

Para el asegurar un funcionamiento eficiente y eficaz del sistema se realizó la selección de los diámetros, materiales y calibres de las tuberías necesarios según lo dictado por la norma NFPA 13, los cuales fueron tuberías de hierro negro de cedula 10 o 40 dependiendo del diámetro seleccionado de las tuberías, así como el sistema de bombeo requerido para suplir los requerimientos de caudal y presión y finalmente se seleccionaron los rociadores necesarios según los tipos de riesgo que se poseen en el recinto.

Mediante la identificación de los requerimientos necesarios estipulados por las normas NFPA y el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios del Cuerpo de Bomberos, se logró la elaboración de los planos constructivos del sistema.

Para el cumplimiento de los requerimientos solicitados por el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios del Cuerpo de Bomberos se desarrolló de manera exitosa la memoria de cálculo correspondiente para lograr el dimensionamiento del sistema contra incendios.

6. Recomendaciones

Es necesario asegurar que se utilicen los materiales con certificaciones UL y aprobados por la NFPA en la construcción del sistema contra incendios, para asegurar el cumplimiento de esto se debe realizar una revisión de los materiales por parte del ingeniero a cargo del proyecto antes de la instalación del sistema, pues estos sistemas son de vital importancia para la seguridad, por lo que se debe asegurar que los materiales sean de calidad para el correcto funcionamiento.

En caso de ser necesario realizar alguna modificación en el sistema, es necesario comunicarlo con el diseñador o el ingeniero a cargo del proyecto, así como seguir los pasos indicados por el CFIA para la remodelación de los recintos para verificar que los cambios que se vayan a realizar van a cumplir con las respectivas normas NFPA, pues el diseño inicial está completamente apegado a estas normas.

Adicionar un sistema de detección mediante alarmas como complemento a este sistema de supresión para aumentar el nivel de seguridad del sistema, en este caso no se adicionó ya que según el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios del Cuerpo de Bomberos como se poseen sistemas de rociadores automáticos no es obligatoria la instalación de las alarmas.

Realizar mantenimientos a los equipos que lo requieran como las bombas, con el fin de asegurar que su funcionamiento sea siempre el óptimo, estos mantenimientos son exigidos por el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios y, para ello, se debe de seguir lo indicado en la norma NFPA respectiva para cada sistema.

7. Bibliografía

Acavisa Industrial (2021). Rack Industrial Selectivo. Recuperado de:

<https://acavisaindustrial.com/producto/racks-pesados/>

Alomá, E., & Malaver, M. (2007). *Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el teorema de Carnot*. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 387-400. Recuperado de:

<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/87934/216424>

Boulandier, J. J., Esparza, F., Garayoa, J., & Orta, C. (2008). *Manual de extinción de incendios*. Pamplona, España. Estadísticas de incendios en edificios. Recuperado de:
http://www.bomberosdenavarra.com/documentos/ficheros_documentos/indice.pdf

Chowanczak, A. (2012). Rociadores automáticos. Recuperado de:
<https://pt.slideshare.net/leandroeara/jornada2-14072956>

Contra Incendio (2018). *Rociadores Montantes*. Recuperado de:
<https://www.contraincendio.com.ve/rociadores-automaticos-parte-ii/rociador-montante/#main>

Coya, A (2016). *Tipos de rociadores para extintores y sus usos*. Recuperado de:
<https://www.grupread.com/actualidad/tipos-de-rociadores-para-extintores-y-sus-usos>

Extintores la Unión (2019). *Hidrantes de columna Húmeda*. Recuperado de:
<https://extintoreslaunion.com/hidrantes-de-columna-humeda>

Fire Safex (2018). *Implementación de un programa de inspección, prueba y mantenimiento de rociadores contra incendios*. Recuperado de:

<https://www.firesafex.com/blog/2019/05/22/blog-6/>

Galán, A. (2016). Blog de la seguridad contra incendio. Recuperado de

<https://elblogdelaseguridadcontraincendios.es/rociadores-ii-tipos-de-rociadores/>

Muñoz, J. L. V. (2014). NTP 99: *Métodos de extinción y agentes extintores*. Recuperado de:

https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2018-02-13_12-58-45143512.pdf

NFPA 10. (2018). Norma para extintores portátiles contra incendio.

NFPA 13. (2019). Norma para instalación de sistemas rociadores.

NFPA 14 (2019) Norma para la instalación de sistemas montantes y de mangueras.

NFPA 20. (2019). Norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios.

NFPA 22. (2018). Norma para Tanques de Agua para la Protección contra Incendios Privada.

NFPA 101. (2021). Código de seguridad humana.

Previnsa (2018). *Que es la protección contra incendios*. Recuperado de

<https://previnsa.com/proteccion-contra-incendios-efectiva/>

Pro-Pallet (2021). *Diseño construcción y reparación de tarimas de madera*. Recuperado de

<http://pro-pallet.com/>

Reliable Sprinkler (2021). G/F1 Series Recessed Pendent Sprinklers. Recuperado de:

<https://www.reliablesprinkler.com/product/g-f1/>

Ruhr Pumpen (2018) Bomba jockey contra incendio. Recuperado de:
<https://www.ruhrpumpen.com/es/productos/contra-incendio/bomba-jockey>

San José, R. G. (2010). *Combustión y Combustibles. Trabajo de grado de Maestría*. Recuperado de: https://www.academia.edu/download/51315812/Combustion_y_combustibles.pdf.

Suay, J. M. (2016). *Manual de instalaciones contra incendios*. Madrid.

Suvalco, (2019). Soportes tipo pera. Recuperado de: <http://suvalco.com/project/soportes-tipo-pera/>

TYCO (2013). Componentes básicos de Sistemas contra Incendios. Recuperado de:
<https://pt.slideshare.net/josegpradar1/componentes-basicos-de-sistemas-contra-incendios/6>

TYCO (2018). *Model FSC 80 K-factor Flush Sprinkler, Pendent Quick Response, Standard Coverage*. Recuperado de: https://www.tyco-fire.com/TD_TFP/TFP/TFP645_08_2018.pdf

TYCO (2018). *Model SW-20 and SW-24 — 11.2 K-factor Extended Coverage Ordinary Hazard Horizontal Sidewall Sprinklers (Standard Response)*. Recuperado de https://www.tyco-fire.com/TD_TFP/TFP/TFP230_08_2018.pdf

TYCO (2018). *Model SW-20 and SW-24 — 11.2 K-factor Extended Coverage Ordinary Hazard Horizontal Sidewall Sprinklers (Standard Response)*. Recuperado de https://www.tyco-fire.com/TD_TFP/TFP/TFP230_08_2018.pdf

Unidad de Ingeniería de Bomberos. (2013). *Manual de disposiciones técnicas generales sobre seguridad humana y protección contra incendios*. Bomberos de Costa Rica.

Unidad de Ingeniería de Bomberos. (2020). *Reglamento Nacional de Protección contra Incendios*. Bomberos de Costa Rica.

Unidad de Ingeniería de Bomberos. (2021). *Reporte de incendios investigados del 01 de enero al 31 de Diciembre del año 2020*. Bomberos de Costa Rica.

8. Apéndices

Apéndice 1. Cronograma de trabajo

Tabla 7. Diagrama de Gantt del cronograma propuesto

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14
	26/7-30/7	2/8-6/8	9/8-13/8	16/8-20/8	28/8-27/8	30/8-3/9	6/9-10/9	13/9-17/9	20/9-24/9	27/9-1/10	4/10-8/10	11/10-15/10	18/10-22/10	25/10-29/10
Elaboración del informe														
Investigación de sistemas de supresión de incendios, normas, equipos y														
Reconocimiento de planos arquitectónicos														
Cálculo de presiones y caudales necesarios														
Dimensionamiento de Tuberías														
Selección de accesorios														
Selección de equipos mecánicos														
Verificación del diseño mediante software														
Revisión de requisitos de planos														
Confección de los planos														
Entrega Borrador Informe Final														
Revisión de informe por filologo														

Fuente: Elaboración Propia. (Microsoft Excel 365)

Apéndice 2. Normas utilizadas en el Proyecto

Norma	Título	Edición	Idioma
NFPA 10	Norma para extintores portátiles contra incendio	2018	Español
NFPA 13	Norma para la instalación de sistemas de rociadores	2019	Español
NFPA 14	Norma para la instalación de sistemas montantes y de mangueras	2019	Español
NFPA 20	Norma para la instalación de bombas estacionarias de protección contra incendios	2019	Español
NFPA 22	Norma para Tanques de Agua para la protección contra incendios	2018	Español
NFPA 101	Código de seguridad humana	2021	Español

Apéndice 3. Cálculo Hidráulico para sistema de rociadores de techo realizado en Software.

FIRE - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program
pReJkEr
Hell



Elite Software Development, Inc.
Proyecto Rociadores Techo
Page 2

General Project Data Report

General Data

Project Title:	Proyecto Rociadores Techo	Project File Name:	Simulación..fiw
Designed By:	Fabián Rojas	Date:	10/8/2021
Code Reference:	NFPA 13	Approving Agency:	
Client Name:	Alimentos	Phone:	
Address:	Alajuela	City, State Zip Code:	
Company Name:	MATELPA	Representative:	Rolando Bustos
Company Address:	San José	City And State:	
Phone:			
Building Name:	Industria Alimentos	Building Owner:	
Contact at Building:		Phone at Building:	
Address Of Building:		City, State Zip Code:	

Project Data

Description Of Hazard:	Almacenamiento	Sprinkler System Type:	
Design Area Of Water Application:	0 ft ²	Maximum Area Per Sprinkler:	1 ft ²
Default Sprinkler K-Factor:	16,80 K	Default Pipe Material:	SCHED 10 WET STEEL
Inside Hose Stream Allowance:	0,00 gpm	Outside Hose Stream Allowance:	0,00 gpm
In Rack Sprinkler Allowance:	0,00 gpm		
Sprinkler Specifications			
Make:		Model:	ESFR
Size:	3/4	Temperature Rating:	165 F

Water Supply Test Data

Source Of Information:		Date Of Test:	
Test Hydrant ID:			
Hydrant Elevation:	0 ft	Static Pressure:	0,00 psi
Test Flow Rate:	0,00 gpm	Test Residual Pressure:	0,00 psi
Calculated System Flow Rate:	1457,52 gpm	Calculated Inflow Residual Pressure:	131,73 psi

Calculation Project Data

Calculation Mode:	Demand	Minimum Desired Flow Density:	0,00 gpm/ft ²
HMD Minimum Residual Pressure:	52,00 psi		
Number Of Active Nodes:	43	Number Of Inactive Pipes:	0
Number Of Active Pipes:	55	Number Of Inactive Sprinklers:	0
Number Of Active Sprinklers:	12		



Fire Sprinkler Input Data

Node Input Data

Node No.	Node Description Branch Description	Area Group Branch Dia. (in)	Sprinkler KFactor (K) Branch Len. (ft)	Pressure Estimate (psi) Branch Stnd Fittings	Node Elev (ft) Branch Non- Stnd Fittings (ft)	Non-Sprinkler Flow (gpm) Branch Sprk KFactor (K)
1	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	79,41 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
2	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	81,35 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
3	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	79,40 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
4	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	81,35 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
5	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	79,41 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
6	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	81,38 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
7	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	79,47 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
8	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	81,46 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
9	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	79,62 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
10	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	81,61 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
11	Sprinkler ----	---- 0,000	16,80 0,0	52,79 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
12	Sprinkler ----	---- 0,000	16,80 0,0	52,06 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
13	Sprinkler ----	---- 0,000	16,80 0,0	52,00 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
14	Sprinkler ----	---- 0,000	16,80 0,0	52,17 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
15	Sprinkler ----	---- 0,000	16,80 0,0	52,80 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
16	Sprinkler ----	---- 0,000	16,80 0,0	52,08 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
17	Sprinkler ----	---- 0,000	16,80 0,0	52,01 ----	62,30 0,0	0,00 0,00



Fire Sprinkler Input Data

Node Input Data (cont'd)

Node No.	Node Description Branch Description	Area Group Branch Dia. (in)	Sprinkler KFactor (K) Branch Len. (ft)	Pressure Estimate (psi) Branch Stnd Fittings	Node Elev (ft) Branch Non- Stnd Fittings (ft)	Non-Sprinkler Flow (gpm) Branch Sprk KFactor (K)
18	Sprinkler ---	0,000	16,80 0,0	52,18 ---	62,30 0,0	0,00 0,00
19	Sprinkler ---	0,000	16,80 0,0	52,85 ---	62,30 0,0	0,00 0,00
20	Sprinkler ---	0,000	16,80 0,0	52,12 ---	62,30 0,0	0,00 0,00
21	Sprinkler ---	0,000	16,80 0,0	52,06 ---	62,30 0,0	0,00 0,00
22	Sprinkler ---	0,000	16,80 0,0	52,23 ---	62,30 0,0	0,00 0,00
23	No Discharge ---	0,000	N/A 0,0	81,66 ---	62,30 0,0	0,00 0,00
24	No Discharge ---	0,000	N/A 0,0	123,03 ---	0,00 0,0	0,00 0,00
25	No Discharge ---	0,000	N/A 0,0	131,73 ---	0,00 0,0	0,00 0,00
26	No Discharge ---	0,000	N/A 0,0	81,35 ---	62,30 0,0	0,00 0,00
27	No Discharge ---	0,000	N/A 0,0	79,41 ---	62,30 0,0	0,00 0,00
28	No Discharge ---	0,000	N/A 0,0	81,32 ---	62,30 0,0	0,00 0,00
29	No Discharge ---	0,000	N/A 0,0	79,41 ---	62,30 0,0	0,00 0,00
30	No Discharge ---	0,000	N/A 0,0	81,57 ---	62,30 0,0	0,00 0,00
31	No Discharge ---	0,000	N/A 0,0	79,77 ---	62,30 0,0	0,00 0,00
32	No Discharge ---	0,000	N/A 0,0	81,56 ---	62,30 0,0	0,00 0,00
33	No Discharge ---	0,000	N/A 0,0	80,37 ---	62,30 0,0	0,00 0,00
34	No Discharge ---	0,000	N/A 0,0	81,56 ---	62,30 0,0	0,00 0,00



Fire Sprinkler Input Data

Node Input Data (cont'd)

Node No.	Node Description Branch Description	Area Group Branch Dia. (in)	Sprinkler KFactor (K) Branch Len. (ft)	Pressure Estimate (psi) Branch Std Fittings	Node Elev (ft) Branch Non- Std Fittings (ft)	Non-Sprinkler Flow (gpm) Branch Sprk KFactor (K)
35	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	80,38 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
36	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	81,56 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
37	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	80,38 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
39	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	80,38 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
40	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	81,56 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
41	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	80,38 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
42	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	81,56 ----	62,30 0,0	0,00 0,00
43	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	107,36 ----	0,00 0,0	0,00 0,00
44	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	81,56 ----	62,30 0,0	0,00 0,00



Fire Sprinkler Input Data

Pipe Input Data

Beg. Node	End. Node	Pipe Description	Nominal Diameter (inch)	Type Group	Fitting Data	Nominal Length (feet)	Fitting Length (feet)	Total Length (feet)	CFactor (gpm/inch-psi)
1	3	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		9,51	0,00	9,51	120
1	2	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	20T	191,60	320,00	511,60	120
1	27	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		9,51	0,00	9,51	120
4	2	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		9,51	0,00	9,51	120
26	2	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		9,51	0,00	9,51	120
5	3	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		9,51	0,00	9,51	120
3	11	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	5T	50,20	80,00	130,20	120
14	4	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	11T	111,55	176,00	287,55	120
4	6	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		9,51	0,00	9,51	120
5	7	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		9,51	0,00	9,51	120
15	5	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	5T	50,20	80,00	130,20	120
6	18	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	11T	111,55	176,00	287,55	120
8	6	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		9,51	0,00	9,51	120
9	7	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		9,51	0,00	9,51	120
7	19	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	5T	50,20	80,00	130,20	120
8	10	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		9,51	0,00	9,51	120
22	8	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	11T	111,55	176,00	287,55	120
10	9	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	20T	191,60	320,00	511,60	120
31	9	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		9,51	0,00	9,51	120
10	30	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		9,51	0,00	9,51	120
10	23	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		3,28	0,00	3,28	120
11	12	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		9,84	0,00	9,84	120
12	13	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		9,84	0,00	9,84	120
13	14	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		9,84	0,00	9,84	120
16	15	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		9,84	0,00	9,84	120
17	16	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		9,84	0,00	9,84	120



Fire Sprinkler Input Data

Pipe Input Data (cont'd)

Beg. Node	End. Node	Pipe Description	Nominal Diameter (inch)	Type Group	Fitting Data	Nominal Length (feet)	Fitting Length (feet)	Total Length (feet)	CFactor (gpm/inch-psi)
18	17	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		9,84	0,00	9,84	120
19	20	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		9,84	0,00	9,84	120
20	21	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		9,84	0,00	9,84	120
21	22	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		9,84	0,00	9,84	120
23	24	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0	13T	377,30	533,00	910,30	120
24	25	PVC, CLASS 200	8,000	0	8E3TBC	196,85	438,60	635,45	150
27	26	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	20T	191,60	320,00	511,60	120
26	28	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0	20T	9,51	820,00	829,51	120
29	27	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		9,51	0,00	9,51	120
28	29	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		191,60	0,00	191,60	120
30	31	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		191,60	0,00	191,60	120
30	32	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		9,51	0,00	9,51	120
33	31	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		9,51	0,00	9,51	120
32	34	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		9,51	0,00	9,51	120
33	32	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	20T	191,60	320,00	511,60	120
35	33	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		9,51	0,00	9,51	120
34	36	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		9,51	0,00	9,51	120
34	35	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	20T	191,60	320,00	511,60	120
37	35	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		9,51	0,00	9,51	120
36	37	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	20T	191,60	320,00	511,60	120
36	40	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		2,50	0,00	2,50	120
39	37	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		9,51	0,00	9,51	120
40	39	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	20T	191,60	320,00	511,60	120
39	41	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		9,51	0,00	9,51	120
42	40	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		9,51	0,00	9,51	120
41	42	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	20T	191,60	320,00	511,60	120



Fire Sprinkler Input Data

Pipe Input Data (cont'd)

Beg. Node	End. Node	Pipe Description	Nominal Diameter (inch)	Type Group	Fitting Data	Nominal Length (feet)	Fitting Length (feet)	Total Length (feet)	CFactor (gpm/inch-psi)
42	44	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		9,51	0,00	9,51	120
44	43	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	20T	191,80	320,00	511,80	120
43	41	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		9,51	0,00	9,51	120



Fire Sprinkler Output Data

Overall Node Groupings Output Data

Pipe Segment	Pipe	Pipe	Pipe	Sprinkler Flow	Non-Sprinkler Flow	Beg. Node	Imbalance
Beg. Node	End. Node	Type Group	Flow Rate (gpm)	At Beg. Node (gpm)	Out (+) (gpm)	Residual Pressure (psi)	Flow At Beg. Node (gpm)
1	3	0	123,21	0,00	0,00	79,41	0,00004
1	2	0	-33,45				
1	27	0	-89,76				
2	1	0	33,45	0,00	0,00	81,35	-0,00012
2	4	0	-123,21				
2	26	0	89,76				
3	1	0	-123,21	0,00	0,00	79,40	0,00306
3	5	0	-165,06				
3	11	0	288,27				
4	2	0	123,21	0,00	0,00	81,35	-0,00063
4	14	0	197,46				
4	6	0	-320,67				
5	3	0	165,06	0,00	0,00	79,41	-0,00258
5	7	0	-453,32				
5	15	0	288,26				
6	4	0	320,67	0,00	0,00	81,38	-0,00089
6	18	0	197,53				
6	8	0	-518,20				
7	5	0	453,32	0,00	0,00	79,47	-0,00111
7	9	0	-741,67				
7	19	0	288,35				
8	6	0	518,20	0,00	0,00	81,46	-0,00073
8	10	0	-715,85				
8	22	0	197,65				
9	7	0	741,67	0,00	0,00	79,62	-0,00006
9	10	0	-33,80				
9	31	0	-707,87				
10	8	0	715,85	0,00	0,00	81,61	-0,00051
10	9	0	33,80				
10	30	0	707,87				
10	23	0	-1457,52				
11	3	0	-288,27	122,06	0,00	52,79	0,01137
11	12	0	166,22				
12	11	0	-166,22	121,22	0,00	52,06	-0,15641
12	13	0	44,84				
13	12	0	-44,84	121,15	0,00	52,00	0,62140
13	14	0	-75,68				
14	4	0	-197,46	121,34	0,00	52,17	-0,43360



Fire Sprinkler Output Data

Overall Node Groupings Output Data (cont'd)

Pipe Beg. Node	Segment End. Node	Pipe Type Group	Pipe Flow Rate (gpm)	Sprinkler Flow At Beg. Node (gpm)	Non-Sprinkler Flow Out (+) (gpm)	Non-Sprinkler Flow In (-) (gpm)	Beg. Node Residual Pressure (psi)	Imbalance Flow At Beg. Node (gpm)
14	13	0	75,68					
15	5	0	-288,26	122,08	0,00	0,00	52,80	0,01142
15	16	0	166,19					
16	15	0	-166,19	121,24	0,00	0,00	52,08	0,01179
16	17	0	44,97					
17	16	0	-44,97	121,16	0,00	0,00	52,01	0,01137
17	18	0	-76,18					
18	6	0	-197,53	121,36	0,00	0,00	52,18	0,01095
18	17	0	76,18					
19	7	0	-288,35	122,13	0,00	0,00	52,85	0,01144
19	20	0	166,23					
20	19	0	-166,23	121,29	0,00	0,00	52,12	0,01180
20	21	0	44,96					
21	20	0	-44,96	121,21	0,00	0,00	52,06	0,01136
21	22	0	-76,25					
22	8	0	-197,65	121,41	0,00	0,00	52,23	0,01101
22	21	0	76,25					
23	10	0	1457,52	0,00	0,00	0,00	81,66	0,00282
23	24	0	-1457,52					
24	23	0	1457,52	0,00	0,00	0,00	123,03	-0,00026
24	25	0	-1457,52					
25	24	0	1457,52	0,00	0,00	-1457,52	131,73	
26	2	0	-89,76	0,00	0,00	0,00	81,35	-0,00021
26	27	0	33,44					
26	28	0	56,33					
27	1	0	89,76	0,00	0,00	0,00	79,41	0,00016
27	26	0	-33,44					
27	29	0	-56,33					
28	26	0	-56,33	0,00	0,00	0,00	81,32	-0,00009
28	29	0	56,33					
29	27	0	56,33	0,00	0,00	0,00	79,41	0,00007
29	28	0	-56,33					
30	10	0	-707,87	0,00	0,00	0,00	81,57	-0,00081
30	31	0	554,44					
30	32	0	153,43					



Fire Sprinkler Output Data

Overall Node Groupings Output Data (cont'd)

Pipe Beg. Node	Pipe End. Node	Pipe Type Group	Pipe Flow Rate (gpm)	Sprinkler Flow At Beg. Node (gpm)	Non-Sprinkler Flow Out (+) (gpm)	Non-Sprinkler Flow In (-) (gpm)	Beg. Node Residual Pressure (psi)	Imbalance Flow At Beg. Node (gpm)
31	9	0	707,87	0,00	0,00	0,00	79,77	0,00033
31	30	0	-554,44					
31	33	0	-153,43					
32	30	0	-153,43	0,00	0,00	0,00	81,56	-0,00007
32	34	0	127,73					
32	33	0	25,71					
33	31	0	153,43	0,00	0,00	0,00	80,37	-0,00023
33	32	0	-25,71					
33	35	0	-127,73					
34	32	0	-127,73	0,00	0,00	0,00	81,56	-0,00007
34	36	0	102,11					
34	35	0	25,62					
35	33	0	127,73	0,00	0,00	0,00	80,38	0,00002
35	34	0	-25,62					
35	37	0	-102,11					
36	34	0	-102,11	0,00	0,00	0,00	81,56	-0,00005
36	37	0	25,56					
36	40	0	76,55					
37	35	0	102,11	0,00	0,00	0,00	80,38	0,00003
37	36	0	-25,56					
37	39	0	-76,55					
39	37	0	76,55	0,00	0,00	0,00	80,38	0,00004
39	40	0	-25,53					
39	41	0	-51,02					
40	36	0	-76,55	0,00	0,00	0,00	81,56	-0,00014
40	39	0	25,53					
40	42	0	51,02					
41	39	0	51,02	0,00	0,00	0,00	80,38	0,00013
41	42	0	-25,51					
41	43	0	-25,50					
42	40	0	-51,02	0,00	0,00	0,00	81,56	-0,00010
42	41	0	25,51					
42	44	0	25,50					
43	41	0	25,50	0,00	0,00	0,00	107,36	-0,00004
43	44	0	-25,50					
44	42	0	-25,50	0,00	0,00	0,00	81,56	-0,00011
44	43	0	25,50					



Fire Sprinkler Output Data

Overall Pipe Output Data

Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
1	0,00	62,30	0,00	79,41	6,00	123,21	0,00058	9,51	0,006
3	0,00	62,30	0,00	79,40	6,357	123,21	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	1,25	0	9,51	0,006
1	0,00	62,30	0,00	79,41	2,50	33,45	0,00380	191,60	1,944
2	0,00	62,30	0,00	81,35	2,635	33,45	20T	320,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	1,97	0	511,60	1,944
26	0,00	62,30	0,00	81,35	8,00	0,00	0,00009	9,51	0,001
2	0,00	62,30	0,00	81,35	8,249	89,76	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	0,54	0	9,51	0,001
3	0,00	62,30	0,00	79,40	2,50	122,06	0,20438	50,20	26,610
11	16,80	62,30	122,06	52,79	2,635	288,27	5T	80,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	16,96	0	130,20	26,610
4	0,00	62,30	0,00	81,35	8,00	0,00	0,00016	9,51	0,002
2	0,00	62,30	0,00	81,35	8,249	123,21	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	0,74	0	9,51	0,002
14	16,80	62,30	121,34	52,17	2,50	121,34	0,10149	111,55	29,182
4	0,00	62,30	0,00	81,35	2,635	197,46	11T	176,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	11,62	0	287,55	29,182
5	0,00	62,30	0,00	79,41	6,00	165,06	0,00100	9,51	0,010
3	0,00	62,30	0,00	79,40	6,357	165,06	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	1,67	0	9,51	0,010
15	16,80	62,30	122,08	52,80	2,50	122,08	0,20436	50,20	26,607
5	0,00	62,30	0,00	79,41	2,635	288,26	5T	80,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	16,96	0	130,20	26,607
4	0,00	62,30	0,00	81,35	6,00	0,00	0,00341	9,51	0,032
6	0,00	62,30	0,00	81,38	6,357	320,67	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	3,24	0	9,51	0,032
6	0,00	62,30	0,00	81,38	2,50	121,36	0,10155	111,55	29,201
18	16,80	62,30	121,36	52,18	2,635	197,53	11T	176,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	11,62	0	287,55	29,201
5	0,00	62,30	0,00	79,41	6,00	0,00	0,00648	9,51	0,062
7	0,00	62,30	0,00	79,47	6,357	453,32	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	4,58	0	9,51	0,062
7	0,00	62,30	0,00	79,47	2,50	122,13	0,20448	50,20	26,623
19	16,80	62,30	122,13	52,85	2,635	288,35	5T	80,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	16,96	0	130,20	26,623



Fire Sprinkler Output Data

Overall Pipe Output Data (cont'd)

Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
8	0,00	62,30	0,00	81,46	6,00	0,00	0,00830	9,51	0,079
6	0,00	62,30	0,00	81,38	6,357	518,20	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	5,24	0	9,51	0,079
22	16,80	62,30	121,41	52,23	2,50	121,41	0,10167	111,55	29,234
8	0,00	62,30	0,00	81,46	2,635	197,65	11T	176,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	11,63	0	287,55	29,234
9	0,00	62,30	0,00	79,62	6,00	0,00	0,01611	9,51	0,153
7	0,00	62,30	0,00	79,47	6,357	741,67	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	7,50	0	9,51	0,153
8	0,00	62,30	0,00	81,46	6,00	0,00	0,01509	9,51	0,143
10	0,00	62,30	0,00	81,61	6,357	715,85	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	7,24	0	9,51	0,143
10	0,00	62,30	0,00	81,61	2,50	33,80	0,00387	191,60	1,982
9	0,00	62,30	0,00	79,62	2,635	33,80	20T	320,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	1,99	0	511,60	1,982
10	0,00	62,30	0,00	81,61	8,00	0,00	0,00416	9,51	0,040
30	0,00	62,30	0,00	81,57	8,249	707,87	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	4,25	0	9,51	0,040
11	16,80	62,30	122,06	52,79	2,50	121,22	0,07379	9,84	0,726
12	16,80	62,30	121,22	52,06	2,635	166,22	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	9,78	0	9,84	0,726
12	16,80	62,30	121,22	52,06	2,50	44,84	0,00654	9,84	0,064
13	16,80	62,30	121,15	52,00	2,635	44,84	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	2,64	0	9,84	0,064
13	16,80	62,30	121,15	52,00	2,50	75,68	0,01721	9,84	0,169
14	16,80	62,30	121,34	52,17	2,635	75,68	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	4,45	0	9,84	0,169
16	16,80	62,30	121,24	52,08	2,50	121,24	0,07377	9,84	0,726
15	16,80	62,30	122,08	52,80	2,635	166,19	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	9,78	0	9,84	0,726
17	16,80	62,30	121,16	52,01	2,50	44,97	0,00657	9,84	0,065
16	16,80	62,30	121,24	52,08	2,635	44,97	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	2,65	0	9,84	0,065
18	16,80	62,30	121,36	52,18	2,50	76,18	0,01742	9,84	0,171
17	16,80	62,30	121,16	52,01	2,635	76,18	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	4,48	0	9,84	0,171



Fire Sprinkler Output Data

Overall Pipe Output Data (cont'd)

Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
19	16,80	62,30	122,13	52,85	2,50	121,29	0,07380	9,84	0,726
20	16,80	62,30	121,29	52,12	2,635	166,23	----	0,00	0,000
			SCHED 10 WET STEEL		120	9,78	0	9,84	0,726
20	16,80	62,30	121,29	52,12	2,50	44,96	0,00657	9,84	0,065
21	16,80	62,30	121,21	52,06	2,635	44,96	----	0,00	0,000
			SCHED 10 WET STEEL		120	2,64	0	9,84	0,065
21	16,80	62,30	121,21	52,06	2,50	76,25	0,01745	9,84	0,172
22	16,80	62,30	121,41	52,23	2,635	76,25	----	0,00	0,000
			SCHED 10 WET STEEL		120	4,49	0	9,84	0,172
10	0,00	62,30	0,00	81,61	8,00	0,00	0,01581	3,28	0,052
23	0,00	62,30	0,00	81,66	8,249	1457,52	----	0,00	0,000
			SCHED 10 WET STEEL		120	8,75	0	3,28	0,052
23	0,00	62,30	0,00	81,66	8,00	0,00	0,01581	377,30	14,391
24	0,00	0,00	0,00	123,03	8,249	1457,52	13T	533,00	26,976
			SCHED 10 WET STEEL		120	8,75	0	910,30	41,367
24	0,00	0,00	0,00	123,03	8,00	0,00	0,01370	196,85	8,704
25	0,00	0,00	0,00	131,73	7,805	1457,52	8E3TBC	438,60	0,000
			PVC, CLASS 200		150	9,77	0	635,45	8,704
27	0,00	62,30	0,00	79,41	2,50	33,44	0,00380	191,60	1,943
26	0,00	62,30	0,00	81,35	2,635	33,44	20T	320,00	0,000
			SCHED 10 WET STEEL		120	1,97	0	511,60	1,943
26	0,00	62,30	0,00	81,35	8,00	0,00	0,00004	9,51	0,032
28	0,00	62,30	0,00	81,32	8,249	56,33	20T	820,00	0,000
			SCHED 10 WET STEEL		120	0,34	0	829,51	0,032
1	0,00	62,30	0,00	79,41	8,00	89,76	0,00009	9,51	0,001
27	0,00	62,30	0,00	79,41	8,249	89,76	----	0,00	0,000
			SCHED 10 WET STEEL		120	0,54	0	9,51	0,001
28	0,00	62,30	0,00	81,32	2,50	0,00	0,00997	191,60	1,909
29	0,00	62,30	0,00	79,41	2,635	56,33	----	0,00	0,000
			SCHED 10 WET STEEL		120	3,31	0	191,60	1,909
29	0,00	62,30	0,00	79,41	6,00	56,33	0,00014	9,51	0,001
27	0,00	62,30	0,00	79,41	6,357	56,33	----	0,00	0,000
			SCHED 10 WET STEEL		120	0,57	0	9,51	0,001
30	0,00	62,30	0,00	81,57	6,00	554,44	0,00940	191,60	1,802
31	0,00	62,30	0,00	79,77	6,357	554,44	----	0,00	0,000
			SCHED 10 WET STEEL		120	5,60	0	191,60	1,802



Fire Sprinkler Output Data

Overall Pipe Output Data (cont'd)

Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
30	0,00	62,30	0,00	81,57	8,00	0,00	0,00025	9,51	0,002
32	0,00	62,30	0,00	81,56	8,249	153,43	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	0,92	0	9,51	0,002
31	0,00	62,30	0,00	79,77	6,00	707,87	0,01478	9,51	0,141
9	0,00	62,30	0,00	79,62	6,357	707,87	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	7,16	0	9,51	0,141
32	0,00	62,30	0,00	81,56	8,00	0,00	0,00017	9,51	0,002
34	0,00	62,30	0,00	81,56	8,249	127,73	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	0,77	0	9,51	0,002
33	0,00	62,30	0,00	80,37	2,50	25,71	0,00233	191,60	1,194
32	0,00	62,30	0,00	81,56	2,635	25,71	20T	320,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	1,51	0	511,60	1,194
33	0,00	62,30	0,00	80,37	2,50	153,43	0,06363	9,51	0,605
31	0,00	62,30	0,00	79,77	2,635	153,43	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	9,03	0	9,51	0,605
34	0,00	62,30	0,00	81,56	8,00	0,00	0,00012	9,51	0,001
36	0,00	62,30	0,00	81,56	8,249	102,11	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	0,61	0	9,51	0,001
34	0,00	62,30	0,00	81,56	2,50	25,62	0,00232	191,60	1,187
35	0,00	62,30	0,00	80,38	2,635	25,62	20T	320,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	1,51	0	511,60	1,187
35	0,00	62,30	0,00	80,38	6,00	127,73	0,00062	9,51	0,006
33	0,00	62,30	0,00	80,37	6,357	127,73	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	1,29	0	9,51	0,006
36	0,00	62,30	0,00	81,56	2,50	25,56	0,00231	191,60	1,182
37	0,00	62,30	0,00	80,38	2,635	25,56	20T	320,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	1,50	0	511,60	1,182
36	0,00	62,30	0,00	81,56	8,00	0,00	0,00007	2,50	0,000
40	0,00	62,30	0,00	81,56	8,249	76,55	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	0,46	0	2,50	0,000
37	0,00	62,30	0,00	80,38	6,00	102,11	0,00041	9,51	0,004
35	0,00	62,30	0,00	80,38	6,357	102,11	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	1,03	0	9,51	0,004
39	0,00	62,30	0,00	80,38	6,00	76,55	0,00024	9,51	0,002
37	0,00	62,30	0,00	80,38	6,357	76,55	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	0,77	0	9,51	0,002



Fire Sprinkler Output Data

Overall Pipe Output Data (cont'd)

Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
40	0,00	62,30	0,00	81,56	2,50	25,53	0,00231	191,60	1,179
39	0,00	62,30	0,00	80,38	2,635	25,53	20T	320,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	1,50	0	511,60	1,179
42	0,00	62,30	0,00	81,56	8,00	0,00	0,00003	9,51	0,000
40	0,00	62,30	0,00	81,56	8,249	51,02	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	0,31	0	9,51	0,000
39	0,00	62,30	0,00	80,38	6,00	51,02	0,00011	9,51	0,001
41	0,00	62,30	0,00	80,38	6,357	51,02	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	0,52	0	9,51	0,001
41	0,00	62,30	0,00	80,38	2,50	25,51	0,00230	191,60	1,178
42	0,00	62,30	0,00	81,56	2,635	25,51	20T	320,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	1,50	0	511,60	1,178
42	0,00	62,30	0,00	81,56	8,00	0,00	0,00001	9,51	0,000
44	0,00	62,30	0,00	81,56	8,249	25,50	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	0,15	0	9,51	0,000
39	0,00	62,30	0,00	80,38	6,00	51,02	0,00011	9,51	0,001
41	0,00	62,30	0,00	80,38	6,357	51,02	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	0,52	0	9,51	0,001
41	0,00	62,30	0,00	80,38	2,50	25,51	0,00230	191,60	1,178
42	0,00	62,30	0,00	81,56	2,635	25,51	20T	320,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	1,50	0	511,60	1,178
42	0,00	62,30	0,00	81,56	8,00	0,00	0,00001	9,51	0,000
44	0,00	62,30	0,00	81,56	8,249	25,50	----	0,00	0,000
SCHED 10 WET STEEL					120	0,15	0	9,51	0,000
43	0,00	0,00	0,00	107,36	6,00	25,50	0,00003	9,51	0,000
41	0,00	62,30	0,00	80,38	6,357	25,50	----	0,00	26,976
SCHED 10 WET STEEL					120	0,26	0	9,51	26,976
44	0,00	62,30	0,00	81,56	2,50	0,00	0,00230	191,80	1,178
43	0,00	0,00	0,00	107,36	2,635	25,50	20T	320,00	-26,976
SCHED 10 WET STEEL					120	1,50	0	511,80	-25,798



Fire Sprinkler Output Data

Overall Sprinkler Output Data

Flowing Sprinkler Node No.	Area Group Code	Sprinkler KFactor (K)	Sprinkler Elevation (feet)	Residual Pressure (psi)	Flowing Area (ft²)	Flowing Density (gpm/ft²)	Sprinkler Discharge (gpm)
11		16,80	62,30	52,79	1,00	122,064	122,06
Sub Totals For Non-Group					1,00	122,064	122,06
12		16,80	62,30	52,06	1,00	121,221	121,22
Sub Totals For Non-Group					1,00	121,221	121,22
13		16,80	62,30	52,00	1,00	121,147	121,15
Sub Totals For Non-Group					1,00	121,147	121,15
14		16,80	62,30	52,17	1,00	121,344	121,34
Sub Totals For Non-Group					1,00	121,344	121,34
15		16,80	62,30	52,80	1,00	122,078	122,08
Sub Totals For Non-Group					1,00	122,078	122,08
16		16,80	62,30	52,08	1,00	121,235	121,24
Sub Totals For Non-Group					1,00	121,235	121,24
17		16,80	62,30	52,01	1,00	121,160	121,16
Sub Totals For Non-Group					1,00	121,160	121,16
18		16,80	62,30	52,18	1,00	121,360	121,36
Sub Totals For Non-Group					1,00	121,360	121,36
19		16,80	62,30	52,85	1,00	122,131	122,13
Sub Totals For Non-Group					1,00	122,131	122,13
20		16,80	62,30	52,12	1,00	121,289	121,29
Sub Totals For Non-Group					1,00	121,289	121,29
21		16,80	62,30	52,06	1,00	121,213	121,21
Sub Totals For Non-Group					1,00	121,213	121,21
22		16,80	62,30	52,23	1,00	121,413	121,41
Sub Totals For Non-Group					1,00	121,413	121,41
Totals For All Groups					12,00	121,471	1457,65



Fire Sprinkler Output Summary

Hydraulically Most Demanding Sprinkler Node

HMD Sprinkler Node Number:	13
HMD Actual Residual Pressure:	52,00 psi
HMD Actual GPM:	121,15 gpm

Sprinkler Summary

Sprinkler System Type:	
Specified Area Of Application:	0,00 ft ²
Minimum Desired Density:	0,000 gpm/ft ²
Application Average Density:	0,000 gpm/ft ²
Application Average Area Per Sprinkler:	0,00 ft ²
Sprinkler Flow:	1457,65 gpm
Average Sprinkler Flow:	121,47 gpm

Flow Velocity And Imbalance Summary

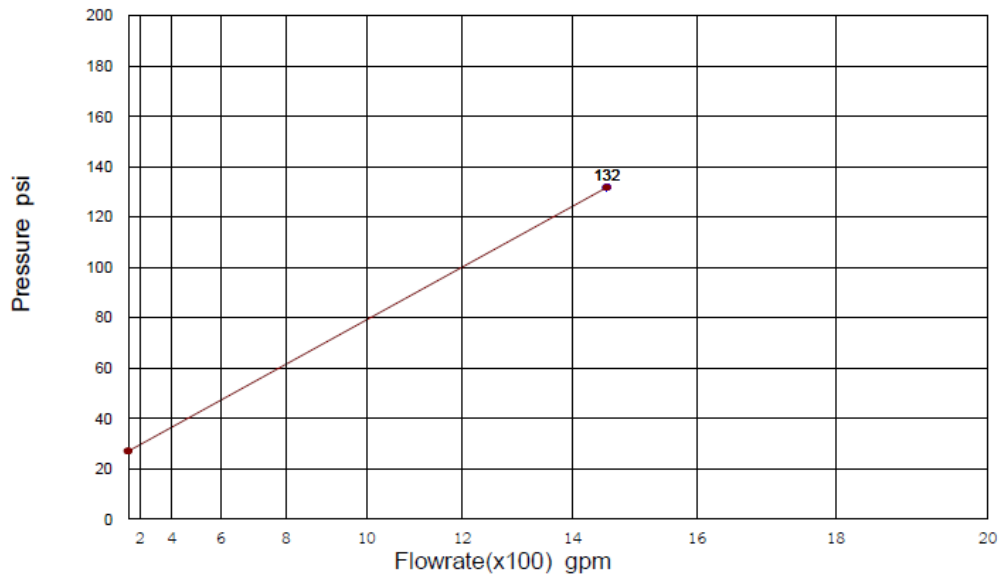
Maximum Flow Velocity (In Pipe 7 - 19)	16,96 ft/sec
Maximum Velocity Pressure (In Pipe 7 - 19)	1,94 psi
Allowable Maximum Nodal Pressure Imbalance:	0,0100 psi
Actual Maximum Nodal Pressure Imbalance:	0,0097 psi
Actual Average Nodal Pressure Imbalance:	0,0044 psi
Actual Maximum Nodal Flow Imbalance:	0,6214 gpm
Actual Average Nodal Flow Imbalance:	0,0309 gpm

Overall Network Summary

Number Of Unique Pipe Sections:	55
Number Of Flowing Sprinklers:	12
Pipe System Water Volume:	3060,32 gal
Sprinkler Flow:	1457,65 gpm
Non-Sprinkler Flow:	0,00 gpm
Minimum Required Residual Pressure At System Inflow Node:	131,73 psi
Demand Flow At System Inflow Node:	1457,52 gpm

Fire Sprinkler Output Data

Hydraulic Supply/Demand Graph



Demand Curve Data

Calculated Residual Pressure: 131,73 psi

Calculated Flow Rate: 1457,52 gpm

Pressure Required For First Sprinkler Downstream From Inflow Node To Flow: 26,98 psi

Apéndice 4. Cálculo Hidráulico para sistema de rociadores in racks realizado en Software.

FIRE - Fire Sprinkler Hydraulics Calculation Program
pReJkEr
Hell



Elite Software Development, Inc.
Proyecto Rociadores Techo
Page 2

General Project Data Report

General Data

Project Title:	Proyecto Rociadores Techo	Project File Name:	Simulación..fiw
Designed By:	Fabián Rojas	Date:	10/8/2021
Code Reference:	NFPA 13	Approving Agency:	
Client Name:	Alimentos	Phone:	
Address:	Alajuela	City, State Zip Code:	
Company Name:	MATELPA	Representative:	Rolando Bustos
Company Address:	San José	City And State:	
Phone:			
Building Name:	Industria Alimentos	Building Owner:	
Contact at Building:		Phone at Building:	
Address Of Building:		City, State Zip Code:	

Project Data

Description Of Hazard:	Almacenamiento	Sprinkler System Type:	
Design Area Of Water Application:	0 ft ²	Maximum Area Per Sprinkler:	1 ft ²
Default Sprinkler K-Factor:	16,80 K	Default Pipe Material:	SCHED 10 WET STEEL
Inside Hose Stream Allowance:	0,00 gpm	Outside Hose Stream Allowance:	0,00 gpm
In Rack Sprinkler Allowance:	0,00 gpm		
Sprinkler Specifications			
Make:		Model:	ESFR
Size:	3/4	Temperature Rating:	165 F

Water Supply Test Data

Source Of Information:		Date Of Test:	
Test Hydrant ID:			
Hydrant Elevation:	0 ft	Static Pressure:	0,00 psi
Test Flow Rate:	0,00 gpm	Test Residual Pressure:	0,00 psi
Calculated System Flow Rate:	1457,52 gpm	Calculated Inflow Residual Pressure:	131,73 psi

Calculation Project Data

Calculation Mode:	Demand	Minimum Desired Flow Density:	0,00 gpm/ft ²
HMD Minimum Residual Pressure:	52,00 psi	Number Of Inactive Pipes:	0
Number Of Active Nodes:	43	Number Of Inactive Sprinklers:	0
Number Of Active Pipes:	55		
Number Of Active Sprinklers:	12		

Fire Sprinkler Input Data

Node Input Data

Node No.	Node Description Branch Description	Area Group Branch Dia. (in)	Sprinkler KFactor (K) Branch Len. (ft)	Pressure Estimate (psi) Branch Stnd Fittings	Node Elev (ft) Branch Non- Stnd Fittings (ft)	Non-Sprinkler Flow (gpm) Branch Sprk KFactor (K)
1	Sprinkler ----	---- 0,000	25,20 0,0	52,27 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
2	Sprinkler ----	---- 0,000	25,20 0,0	52,00 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
3	Sprinkler ----	---- 0,000	25,20 0,0	52,36 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
4	Sprinkler ----	---- 0,000	25,20 0,0	52,36 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
5	Sprinkler ----	---- 0,000	25,20 0,0	52,36 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
6	Sprinkler ----	---- 0,000	25,20 0,0	53,54 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
7	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	75,25 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
8	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	75,25 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
9	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	75,26 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
10	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	75,27 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
11	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	75,35 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
12	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	75,41 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
13	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	75,41 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
14	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	94,55 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
15	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	94,55 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
16	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	94,56 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
17	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	94,61 ----	59,71 0,0	0,00 0,00

Fire Sprinkler Input Data

Node Input Data (cont'd)

Node No.	Node Description Branch Description	Area Group Branch Dia. (in)	Sprinkler KFactor (K) Branch Len. (ft)	Pressure Estimate (psi) Branch Stnd Fittings	Node Elev (ft) Branch Non- Stnd Fittings (ft)	Non-Sprinkler Flow (gpm) Branch Sprk KFactor (K)
18	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	94,69 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
19	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	94,84 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
20	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	94,87 ----	59,71 0,0	0,00 0,00
21	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	124,85 ----	0,00 0,0	0,00 0,00
22	No Discharge ----	---- 0,000	N/A 0,0	129,82 ----	0,00 0,0	0,00 0,00

Fire Sprinkler Input Data

Pipe Input Data

Beg. Node	End. Node	Pipe Description	Nominal Diameter (inch)	Type Group	Fitting Data	Nominal Length (feet)	Fitting Length (feet)	Total Length (feet)	CFactor (gpm/inch-psi)
10	14	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	15T	142,06	180,00	322,06	120
10	9	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		21,65	0,00	21,65	120
9	15	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	15T	142,06	180,00	322,06	120
15	14	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		21,65	0,00	21,65	120
8	9	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		3,94	0,00	3,94	120
8	1	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	4T	47,24	48,00	95,24	120
1	2	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		9,51	0,00	9,51	120
2	3	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		9,51	0,00	9,51	120
3	16	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	7T	74,15	84,00	158,15	120
16	15	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		3,94	0,00	3,94	120
16	17	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		17,72	0,00	17,72	120
17	4	SCHED 10 WET STEEL	2,000	0	8T	72,18	80,00	152,18	120
4	5	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		9,51	0,00	9,51	120
5	6	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		9,51	0,00	9,51	120
6	7	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0		48,88	0,00	48,88	120
7	8	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		17,72	0,00	17,72	120
11	7	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		15,75	0,00	15,75	120
11	12	SCHED 10 WET STEEL	6,000	0		20,34	0,00	20,34	120
11	18	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	14T	141,08	168,00	309,08	120
18	17	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		16,40	0,00	16,40	120
18	19	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		21,65	0,00	21,65	120
19	20	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		3,94	0,00	3,94	120
19	12	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	14T	141,08	168,00	309,08	120
12	13	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		3,94	0,00	3,94	120
13	20	SCHED 10 WET STEEL	2,500	0	14T	141,08	168,00	309,08	120
20	21	SCHED 10 WET STEEL	8,000	0		377,30	0,00	377,30	120

Fire Sprinkler Input Data

Pipe Input Data (cont'd)

Beg. Node	End. Node	Pipe Description	Nominal Diameter (inch)	Type Group	Fitting Data	Nominal Length (feet)	Fitting Length (feet)	Total Length (feet)	CFactor (gpm/inch-psi)
21	22	PVC, CLASS 200	8,000	0	8E3TBC	176,84	438,60	615,44	150

Fire Sprinkler Output Data

Group Peak Node Groupings Output Data

Pipe Beg. Node	Segment End. Node	Pipe Type Group	Pipe Flow Rate (gpm)	Sprinkler Flow At Beg. Node (gpm)	Non-Sprinkler Flow Out (+) (gpm)	Non-Sprinkler Flow In (-) (gpm)	Beg. Node Residual Pressure (psi)	Imbalance Flow At Beg. Node (gpm)
1	8	0	-265,72	182,19	0,00	0,00	52,27	-0,00546
1	2	0	83,53					
2	1	0	-83,53	181,72	0,00	0,00	52,00	0,00662
2	3	0	-98,19					
3	2	0	98,19	182,35	0,00	0,00	52,36	-0,00029
3	16	0	-280,54					
4	17	0	-179,54	182,35	0,00	0,00	52,36	0,00032
4	5	0	-2,81					
5	4	0	2,81	182,35	0,00	0,00	52,36	0,00032
5	6	0	-185,16					
6	5	0	185,16	184,39	0,00	0,00	53,54	0,00036
6	7	0	-369,54					
7	6	0	369,54	0,00	0,00	0,00	75,25	0,00000
7	8	0	15,54					
7	11	0	-385,09					
8	1	0	265,72	0,00	0,00	0,00	75,25	0,00000
8	7	0	-15,54					
8	9	0	-250,18					
9	8	0	250,18	0,00	0,00	0,00	75,26	0,00000
9	10	0	-125,05					
9	15	0	-125,12					
10	9	0	125,05	0,00	0,00	0,00	75,27	0,00000
10	14	0	-125,05					
11	7	0	385,09	0,00	0,00	0,00	75,35	0,00000
11	12	0	-256,97					
11	18	0	-128,12					
12	11	0	256,97	0,00	0,00	0,00	75,41	0,00000
12	19	0	-128,43					
12	13	0	-128,55					
13	12	0	128,55	0,00	0,00	0,00	75,41	0,00000
13	20	0	-128,55					
14	10	0	125,05	0,00	0,00	0,00	94,55	0,00000
14	15	0	-125,05					
15	9	0	125,12	0,00	0,00	0,00	94,55	0,00000
15	14	0	125,05					
15	16	0	-250,18					

Fire Sprinkler Output Data

Group Peak Node Groupings Output Data

Pipe Segment Beg. Node	End. Node	Pipe Type Group	Pipe Flow Rate (gpm)	Sprinkler Flow At Beg. Node (gpm)	Non-Sprinkler Flow Out (+) (gpm)	In (-) (gpm)	Beg. Node Residual Pressure (psi)	Imbalance Flow At Beg. Node (gpm)
16	3	0	280,54	0,00	0,00	0,00	94,56	0,00000
16	15	0	250,18					
16	17	0	-530,72					
<hr/>								
17	4	0	179,54	0,00	0,00	0,00	94,61	0,00000
17	16	0	530,72					
17	18	0	-710,26					
<hr/>								
18	11	0	128,12	0,00	0,00	0,00	94,69	0,00000
18	17	0	710,26					
18	19	0	-838,38					
<hr/>								
19	12	0	128,43	0,00	0,00	0,00	94,84	0,00000
19	18	0	838,38					
19	20	0	-966,81					
<hr/>								
20	13	0	128,55	0,00	0,00	0,00	94,87	0,00000
20	19	0	966,81					
20	21	0	-1095,35					
<hr/>								
21	20	0	1095,35	0,00	0,00	0,00	124,85	0,00000
21	22	0	-1095,35					
<hr/>								
22	21	0	1095,35	0,00	0,00	-1095,35	129,82	

Fire Sprinkler Output Data

Group Peak Pipe Output Data

Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
1	25,20	59,71	182,19	52,27	2,50	83,53	0,02836	9,51	0,270
2	25,20	59,71	181,72	52,00	2,469	83,53	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	5,60	0	9,51	0,270
<hr/>									
2	25,20	59,71	181,72	52,00	2,50	98,19	0,03825	9,51	0,364
3	25,20	59,71	182,35	52,36	2,469	98,19	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	6,58	0	9,51	0,364
<hr/>									
4	25,20	59,71	182,35	52,36	2,50	2,81	0,00005	9,51	0,001
5	25,20	59,71	182,35	52,36	2,469	2,81	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	0,19	0	9,51	0,001
<hr/>									
5	25,20	59,71	182,35	52,36	2,50	182,35	0,12369	9,51	1,177
6	25,20	59,71	184,39	53,54	2,469	185,16	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	12,41	0	9,51	1,177
<hr/>									
6	25,20	59,71	184,39	53,54	2,50	184,39	0,44423	48,89	21,716
7	0,00	59,71	0,00	75,25	2,469	369,54	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	24,76	0	48,88	21,716
<hr/>									
7	0,00	59,71	0,00	75,25	6,00	15,54	0,00002	17,72	0,000
8	0,00	59,71	0,00	75,25	6,065	15,54	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	0,17	0	17,72	0,000

8	0,00	59,71	0,00	75,25	2,50	182,19	0,24132	47,24	22,985
1	25,20	59,71	182,19	52,27	2,469	265,72	4T	48,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	17,81	0	95,24	22,985
8	0,00	59,71	0,00	75,25	8,00	250,18	0,00071	3,94	0,003
9	0,00	59,71	0,00	75,26	7,981	250,18	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	1,60	0	3,94	0,003
10	0,00	59,71	0,00	75,27	6,00	125,05	0,00075	21,65	0,016
9	0,00	59,71	0,00	75,26	6,065	125,05	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	1,39	0	21,65	0,016
11	0,00	59,71	0,00	75,35	6,00	0,00	0,00602	15,75	0,095
7	0,00	59,71	0,00	75,25	6,065	385,09	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	4,28	0	15,75	0,095
11	0,00	59,71	0,00	75,35	6,00	256,97	0,00285	20,34	0,058
12	0,00	59,71	0,00	75,41	6,065	256,97	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	2,85	0	20,34	0,058
12	0,00	59,71	0,00	75,41	8,00	128,55	0,00021	3,94	0,001
13	0,00	59,71	0,00	75,41	7,981	128,55	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	0,82	0	3,94	0,001

Fire Sprinkler Output Data

Group Peak Pipe Output Data

Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
10	0,00	59,71	0,00	75,27	2,50	0,00	0,05984	142,06	19,272
14	0,00	59,71	0,00	94,55	2,469	125,05	15T	180,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	8,38	0	322,06	19,272
9	0,00	59,71	0,00	75,26	2,50	125,12	0,05990	142,06	19,292
15	0,00	59,71	0,00	94,55	2,469	125,12	15T	180,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	8,38	0	322,06	19,292
15	0,00	59,71	0,00	94,55	8,00	0,00	0,00020	21,65	0,004
14	0,00	59,71	0,00	94,55	7,981	125,05	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	0,80	0	21,65	0,004
3	25,20	59,71	182,35	52,36	2,50	182,35	0,26682	74,15	42,196
16	0,00	59,71	0,00	94,56	2,469	280,54	7T	84,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	18,80	0	158,15	42,196
16	0,00	59,71	0,00	94,56	6,00	0,00	0,00271	3,94	0,011
15	0,00	59,71	0,00	94,55	6,065	250,18	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	2,78	0	3,94	0,011
17	0,00	59,71	0,00	94,61	2,00	179,54	0,27764	72,18	42,250
4	25,20	59,71	182,35	52,36	2,067	179,54	8T	80,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	17,17	0	152,18	42,250

16	0,00	59,71	0,00	94,56	8,00	0,00	0,00286	17,72	0,051
17	0,00	59,71	0,00	94,61	7,981	530,72	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	3,40	0	17,72	0,051
11	0,00	59,71	0,00	75,35	2,50	128,12	0,06258	141,08	19,342
18	0,00	59,71	0,00	94,69	2,469	128,12	14T	168,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	8,59	0	309,08	19,342
18	0,00	59,71	0,00	94,69	8,00	0,00	0,00491	16,40	0,081
17	0,00	59,71	0,00	94,61	7,981	710,26	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	4,56	0	16,40	0,081
19	0,00	59,71	0,00	94,84	2,50	128,43	0,06286	141,08	19,429
12	0,00	59,71	0,00	75,41	2,469	128,43	14T	168,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	8,61	0	309,08	19,429
18	0,00	59,71	0,00	94,69	8,00	0,00	0,00667	21,65	0,145
19	0,00	59,71	0,00	94,84	7,981	838,38	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	5,38	0	21,65	0,145
13	0,00	59,71	0,00	75,41	2,50	0,00	0,06297	141,08	19,462
20	0,00	59,71	0,00	94,87	2,469	128,55	14T	168,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	8,61	0	309,08	19,462

Fire Sprinkler Output Data

Group Peak Pipe Output Data

Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
19	0,00	59,71	0,00	94,84	8,00	0,00	0,00869	3,94	0,034
20	0,00	59,71	0,00	94,87	7,981	966,81	----	0,00	0,000
	SCHED 10 WET STEEL				120	6,20	0	3,94	0,034
20	0,00	59,71	0,00	94,87	8,00	0,00	0,01095	377,30	4,130
21	0,00	0,00	0,00	124,85	7,981	1095,35	----	0,00	25,855
	SCHED 10 WET STEEL				120	7,02	0	377,30	29,985
21	0,00	0,00	0,00	124,85	8,00	0,00	0,00807	176,84	4,969
22	0,00	0,00	0,00	129,82	7,805	1095,35	8E3TBC	438,60	0,000
	PVC, CLASS 200				150	7,35	0	615,44	4,969

Fire Sprinkler Output Data

Group Peak Sprinkler Output Data

Flowing Sprinkler Node No.	Area Group Code	Sprinkler KFactor (K)	Sprinkler Elevation (feet)	Residual Pressure (psi)	Flowing Area (ft ²)	Flowing Density (gpm/ft ²)	Sprinkler Discharge (gpm)
1		25,20	59,71	52,27	1,00	182,191	182,19
Sub Totals For Non-Group					1,00	182,191	182,19
2		25,20	59,71	52,00	1,00	181,720	181,72
Sub Totals For Non-Group					1,00	181,720	181,72
3		25,20	59,71	52,36	1,00	182,355	182,35
Sub Totals For Non-Group					1,00	182,355	182,35
4		25,20	59,71	52,36	1,00	182,350	182,35
Sub Totals For Non-Group					1,00	182,350	182,35
5		25,20	59,71	52,36	1,00	182,350	182,35
Sub Totals For Non-Group					1,00	182,350	182,35
6		25,20	59,71	53,54	1,00	184,388	184,39
Sub Totals For Non-Group					1,00	184,388	184,39
Totals For All Groups					6,00	182,559	1095,35

Fire Sprinkler Output Summary

Hydraulically Most Demanding Sprinkler Node

HMD Sprinkler Node Number:	2
HMD Actual Residual Pressure:	52,00 psi
HMD Actual GPM:	181,72 gpm

Sprinkler Summary

Sprinkler System Type:	
Specified Area Of Application:	1,00 ft ²
Minimum Desired Density:	0,000 gpm/ft ²
Application Average Density:	1095,353 gpm/ft ²
Application Average Area Per Sprinkler:	0,17 ft ²
Sprinkler Flow:	1095,35 gpm
Average Sprinkler Flow:	182,56 gpm

Flow Velocity And Imbalance Summary

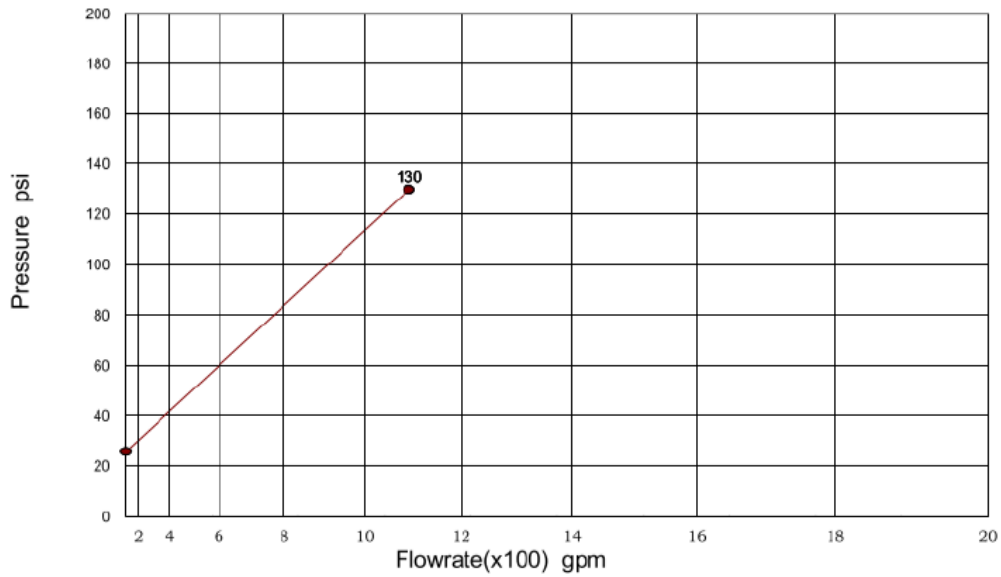
Maximum Flow Velocity (In Pipe 6 - 7)	24,76 ft/sec
Maximum Velocity Pressure (In Pipe 6 - 7)	4,13 psi
Allowable Maximum Nodal Pressure Imbalance:	1,0000 psi
Actual Maximum Nodal Pressure Imbalance:	0,0002 psi
Actual Average Nodal Pressure Imbalance:	0,0001 psi
Actual Maximum Nodal Flow Imbalance:	0,0066 gpm
Actual Average Nodal Flow Imbalance:	0,0006 gpm

Overall Network Summary

Number Of Unique Pipe Sections:	27
Number Of Flowing Sprinklers:	6
Pipe System Water Volume:	2011,44 gal
Sprinkler Flow:	1095,35 gpm
Non-Sprinkler Flow:	0,00 gpm
Minimum Required Residual Pressure At System Inflow Node:	129,82 psi
Demand Flow At System Inflow Node:	1095,35 gpm

Fire Sprinkler Output Data

Hydraulic Supply/Demand Graph



Demand Curve Data

Calculated Residual Pressure: 129,82 psi

Calculated Flow Rate: 1095,35 gpm

Pressure Required For First Sprinkler Downstream From Inflow Node To Flow: 25,85 psi

Apéndice 5. Planos del sistema

Se adjuntan al final del documento.

9. Anexos

9.1. Certificado de información del propietario

CERTIFICADO DE INFORMACIÓN DEL PROPIETARIO	
Nombre/domicilio de la propiedad que va a ser protegida con rociadores:	
<hr/>	
<hr/>	
Nombre del propietario: _____	
La construcción existente o planificada es:	
<input type="checkbox"/> Resistente al fuego o no combustible	
<input type="checkbox"/> De estructura de madera u ordinaria (muros de mampostería con vigas de madera)	
<input type="checkbox"/> Desconocida	
Describir el uso previsto del edificio: _____	
<hr/>	
<hr/>	
Nota sobre edificios especulativos: El diseño e instalación del sistema de rociadores de incendio depende de una precisa descripción del uso probable del edificio. Sin una información específica, será necesario hacer suposiciones que limitarán el uso real del edificio. Asegúrese de comunicar todas y cada una de las consideraciones del contratista responsable de los rociadores de incendio en este formulario y de acatar todas las limitaciones sobre el uso del edificio, basándose en las limitaciones del sistema de rociadores de incendio que finalmente ha sido diseñado e instalado.	
¿Está la instalación del sistema prevista para una de las siguientes ocupaciones especiales?:	
Hangar para aeronaves	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Sistema de tránsito sobre rieles fijos	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Establo de circuito de carrera	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Terminal marino, muelle o embarcadero	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Terminal de aeropuerto	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Instalaciones de prueba de motores de aeronaves	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Planta de energía	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Torre de enfriamiento de agua	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Si la respuesta a cualquiera de los Interrogantes mencionados arriba es "sí," debería consultarse la norma NFPA correspondiente sobre criterios de densidad/área para rociadores.	
Indicar si se prevé la presencia de alguno de los siguientes materiales especiales:	
Líquidos inflamables o combustibles	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Productos en aerosol	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Película de nitrato	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Plástico de piroxilina	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Cilindros de gas comprimido o licuado	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Oxidantes líquidos o sólidos	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Formulaciones de peróxidos orgánicos	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Palés vacíos	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
Si la respuesta sobre cualquiera de los materiales mencionados arriba es "sí," describir tipo, ubicación, disposición y cantidades máximas previstas.	
<hr/>	
<hr/>	
<hr/>	
© 2018 National Fire Protection Association	NFPA 13 (p. 1 de 2)

Indicar si la protección está prevista para una de las siguientes áreas u ocupaciones especializadas:

Área de pulverización o sala de mezclado	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Extracción de solventes	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Laboratorio en el que se utilizan productos químicos	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Sistema de oxígeno-gas combustible para soldadura o corte	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Carga de cilindros de acetileno	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Producción o uso de gases comprimidos o licuados	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Operación de cocción comercial	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Cámara hiperbárica de Clase A	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Sala limpia	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Incinerador o sistema de manipulación de desechos	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Sistema de manipulación de ropa blanca	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Horno industrial	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Torre de enfriamiento de agua	<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No

Si la respuesta a cualquiera de las áreas u ocupaciones mencionadas arriba es "sí," describir tipo, ubicación, disposición y cantidades máximas previstas.

¿Va a haber algún almacenamiento de productos de más de 12 pies (3.7 m) de altura? Sí No

Si la respuesta es "sí," describir producto, disposición de almacenamiento prevista y altura.

¿Va a haber algún almacenamiento de productos de plástico, caucho o productos similares de más de 5 pies (1.5 m) de altura, excepto según se describe más arriba?

Sí No

Si la respuesta es "sí," describir producto, disposición de almacenamiento prevista y altura.

¿Hay alguna información especial sobre el suministro de agua? Sí No

Si la respuesta es "sí," suministrar la información, entre la que se incluyan las condiciones ambientales conocidas que podrían ser responsables de la corrosión, lo que incluye la corrosión microbiológicamente inducida (MIC).

Certifico que tengo conocimiento del uso previsto de la propiedad y que la información arriba suministrada es correcta.

Firma del agente o representante del propietario: _____ Fecha: _____

Nombre del agente o representante del propietario que completa el certificado (en letra de imprenta): _____

Relación y compañía del agente (en letra de imprenta): _____

9.2. Tabla de áreas de protección y espaciamiento máximo entre rociadores

Tabla 10.2.4.2.1(d) Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores pulverizadores estándar colgantes y montantes para almacenamiento en pilas de gran altura

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento máximo	
		pie ²	m ²	pie	m
Todas	Calculado hidráulicamente con densidad de ≥ 0.25 gpm/pie ² (10.2 mm/min)	100	9	12*	3.7*
Todas	Calculado hidráulicamente con densidad de < 0.25 gpm/pie ² (10.2 mm/min)	130	12	15	4.6

Fuente: NFPA 13, 2019

9.3. Tabla de protección con rociadores ESFR de mercancías de plástico del grupo

A

Tabla 23.4.2 Protección con rociadores ESFR de mercancías de plástico del Grupo A en palés y en apilamientos compactos

Disposición de almacenamiento	Mercancía	Altura máxima de almacenamiento		Altura máxima de cielorraso/techo		Factor K Nominal	Orientación	Presión operativa mínima	
		pie	m	pie	m			psi	bar
Almacenamiento en palés y en apilamientos compactos (no contenedores abiertos en su parte superior)	Plástico no expandido, en cajas de cartón	20	6.1	25	7.6	14.0 (200)	Montante/colgante	50	3.4
						16.8 (240)	Montante/colgante	35	2.4
						22.4 (320)	Colgante	25	1.7
						25.2 (360)	Colgante	15	1.0
				14.0 (200)	Montante/colgante	50	3.4		
				16.8 (240)	Montante/colgante	35	2.4		
				22.4 (320)	Colgante	25	1.7		
				25.2 (360)	Colgante	15	1.0		
				14.0 (200)	Montante/colgante	75	5.2		
				16.8 (240)	Montante/colgante	52	3.6		
				22.4 (320)	Colgante	35	2.4		
				25.2 (360)	Colgante	20	1.4		
		16.8 (240)	Colgante	52	3.6				
		22.4 (320)	Colgante	40	2.7				
		25.2 (360)	Colgante	25	1.7				
		22.4 (320)	Colgante	40	2.7				
		25.2 (360)	Colgante	40	2.7				
		25	7.6	30	9.1	14.0 (200)	Montante/colgante	50	3.4
						16.8 (240)	Montante/colgante	35	2.4
						22.4 (320)	Colgante	25	1.7
						25.2 (360)	Colgante	15	1.0
				14.0 (200)	Montante/colgante	60	4.1		
				16.8 (240)	Montante/colgante	42	2.9		
				14.0 (200)	Upright or Colgante	75	5.2		
				16.8 (240)	Montante/colgante	52	3.6		
				22.4 (320)	Colgante	35	2.4		
				25.2 (360)	Colgante	20	1.4		
				16.8 (240)	Colgante	52	3.6		
22.4 (320)	Colgante			40	2.7				
25.2 (360)	Colgante	25	1.7						
30	9.1	35	11	14.0 (200)	Montante/colgante	75	5.2		
				16.8 (240)	Montante/colgante	52	3.6		
				22.4 (320)	Colgante	35	2.4		
				25.2 (360)	Colgante	20	1.4		
		16.8 (240)	Colgante	52	3.6				
		22.4 (320)	Colgante	40	2.7				
		25.2 (360)	Colgante	25	1.7				
		22.4 (320)	Colgante	40	2.7				
25.2 (360)	Colgante	40	2.7						

(Continúa)

Tabla 23.4.2 Continuación

Disposición de almacenamiento	Mercancía	Altura máxima de almacenamiento		Altura máxima de cielorraso/techo		Factor K Nominal	Orientación	Presión operativa mínima	
		pie	m	pie	m			psi	bar
		35	10.7	40	12	16.8 (240)	Colgante	52	3.6
						22.4 (320)	Colgante	40	2.7
				25.2 (360)	Colgante	25	1.7		
		40	12.2	45	14	22.4 (320)	Colgante	40	2.7
						25.2 (360)	Colgante	40	2.7
				22.4 (320)	Colgante	40	2.7		
	Plástico no expandido, expuesto	20	6.1	25	7.6	14.0 (200)	Colgante	50	3.4
						16.8 (240)	Colgante	35	2.4
				30	9.1	14.0 (200)	Colgante	50	3.4
						16.8 (240)	Colgante	35	2.4
				35	11	14.0 (200)	Colgante	75	5.2
						16.8 (240)	Colgante	52	3.6
		25	7.6	40	12	16.8 (240)	Colgante	52	3.6
						14.0 (200)	Colgante	50	3.4
				90	9.1	16.8 (240)	Colgante	35	2.4
						14.0 (200)	Colgante	60	4.1
				92	9.7	16.8 (240)	Colgante	42	2.9
						14.0 (200)	Colgante	75	5.2
Plástico expandido, en cajas de cartón	20	6.1	25	7.6	14.0 (200)	Montante/colgante	50	3.4	
					16.8 (240)	Montante/colgante	35	2.4	
			30	9.1	40	12	14.0 (200)	Montante/colgante	50
	16.8 (240)	Montante/colgante					35	2.4	
	25	7.6	90	9.1	14.0 (200)	Montante/colgante	50	3.4	
					16.8 (240)	Montante/colgante	35	2.4	
92			10	14.0 (200)	Colgante	60	4.1		
	16.8 (240)	Montante/colgante		42	2.9				
Plástico expandido, expuesto*	25	7.6	40	12	25.2 (360)	Colgante	60	4.1	

Fuente: NFPA 13, 2019


9.4. Diámetros de tuberías según el número de rociadores

Tabla 27.5.3.4 Cédula de tubería para riesgo ordinario

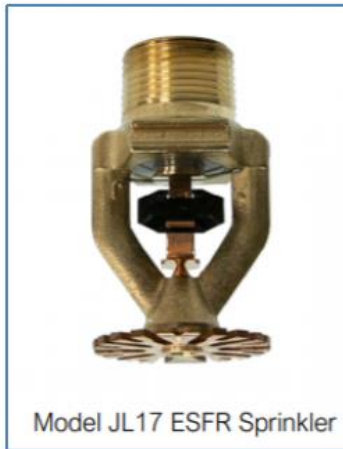
Acero		Cobre	
1 pulg. (25 mm)	2 rociadores	1 pulg. (25 mm)	2 rociadores
1¼ pulg. (32 mm)	3 rociadores	1¼ pulg. (32 mm)	3 rociadores
1½ pulg. (40 mm)	5 rociadores	1½ pulg. (40 mm)	5 rociadores
2 pulg. (50 mm)	10 rociadores	2 pulg. (50 mm)	12 rociadores
2½ pulg. (65 mm)	20 rociadores	2½ pulg. (65 mm)	25 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

9.5. Especificaciones del Rociador seleccionado para el sistema de techo.

Model JL17 ESFR Sprinkler		SIN RA1914
<p>Technical Specifications Style: Pendent Connection: 3/4" NPT or ISO7-1R3/4 (BSPT) threads, Victaulic® IGS™ Style V9 Sprinkler Coupling Nominal K-Factor: 16.8 (240 metric) Max. Working Pressure: 175 psi (12 bar)</p> <p>Material Specifications Thermal Sensor: Beryllium Nickel Solder Link Sprinkler Frame: Brass Alloy Cap: Bronze Alloy Sealing Assembly: Nickel Alloy with PTFE Load Screw: Bronze Alloy Deflector: Bronze Alloy Kick Spring: Stainless Steel Alloy</p>	<p>Sprinkler Finishes Bronze</p> <p>Sensitivity Fast-Response Quick-Response (FM)</p> <p>Temperature Ratings Ordinary: 165°F (74°C) Intermediate: 212°F (100°C)</p> <p>Sprinkler Wrench Model J1</p> <p>Guards & Shields Model S-3 Water Shield (FM)*</p> <p>Listings and Approvals cULus FM Approved VdS LPCB CNBOP-PIB</p>	

Marca y modelo	Reliable JL17 ESFR
Factor k	16.8 (240) sistema inglés (S.I)
Caudal estimado por rociador	108,8 gpm @ 52 psi
Diámetro nominal	3/4" (DN 18 mm)
Temperatura de apertura	74°C
Clasificación	Almacenamiento
Área de cobertura nominal	130 pies ² (12.1 m ²)
Máximo espacio entre rociadores	3,0 m



9.6. Especificaciones del Rociador seleccionado para el sistema in racks.

Model N252EC Sprinkler		SIN RA0842
<p>Technical Specifications Style: Pendent or Recessed Pendent Threads: NPT or ISO 7-1R1 Nominal K-Factor: 25.2 (360 metric) Max. Working Pressure: 175 psi (12 bar)</p> <p>Material Specifications Thermal Sensor: Beryllium Nickel Solder Link Sprinkler Frame: Brass Alloy Button: Copper Alloy Sealing Assembly: Nickel Alloy with PTFE Load Screw: Bronze Deflector: Bronze Alloy Levers: Stainless Steel Alloy</p> <p>Sprinkler Finishes (See Table D)</p> <p>Sensitivity Standard Response (cULus) Quick Response (FM)</p>	<p>Temperature Ratings 165°F (74°C) (black link) 212°F (100°C) (white link)</p> <p>Recessed Escutcheons Model FP recessed escutcheon (cULus only)</p> <p>Guards Model 25 (FM Approved for use as an in-rack sprinkler only)</p> <p>Sprinkler Wrenches Model W5 (pendent) Model N (recessed)</p> <p>Listings and Approvals cULus Listed FM Approved</p>	

Marca y modelo	Reliable N252EC
Factor k	25.2 (360) sistema inglés (S.I)
Caudal estimado por rociador	138 gpm @ 30 psi
Diámetro nominal	1/2" (DN 12 mm)
Temperatura de apertura	74°C
Clasificación	Almacenamiento in-rack
Área de cobertura nominal	196 pies ² (18.2 m ²)
Máximo espacio entre rociadores	3,1 m



Model N252EC Pendant (with optional K25 guard, right)

9.7. Características de descarga de los rociadores

Tabla 7.2.2.1 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	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

Fuente: NFPA 13, 2019

9.8. Distancia máxima entre soportes colgantes

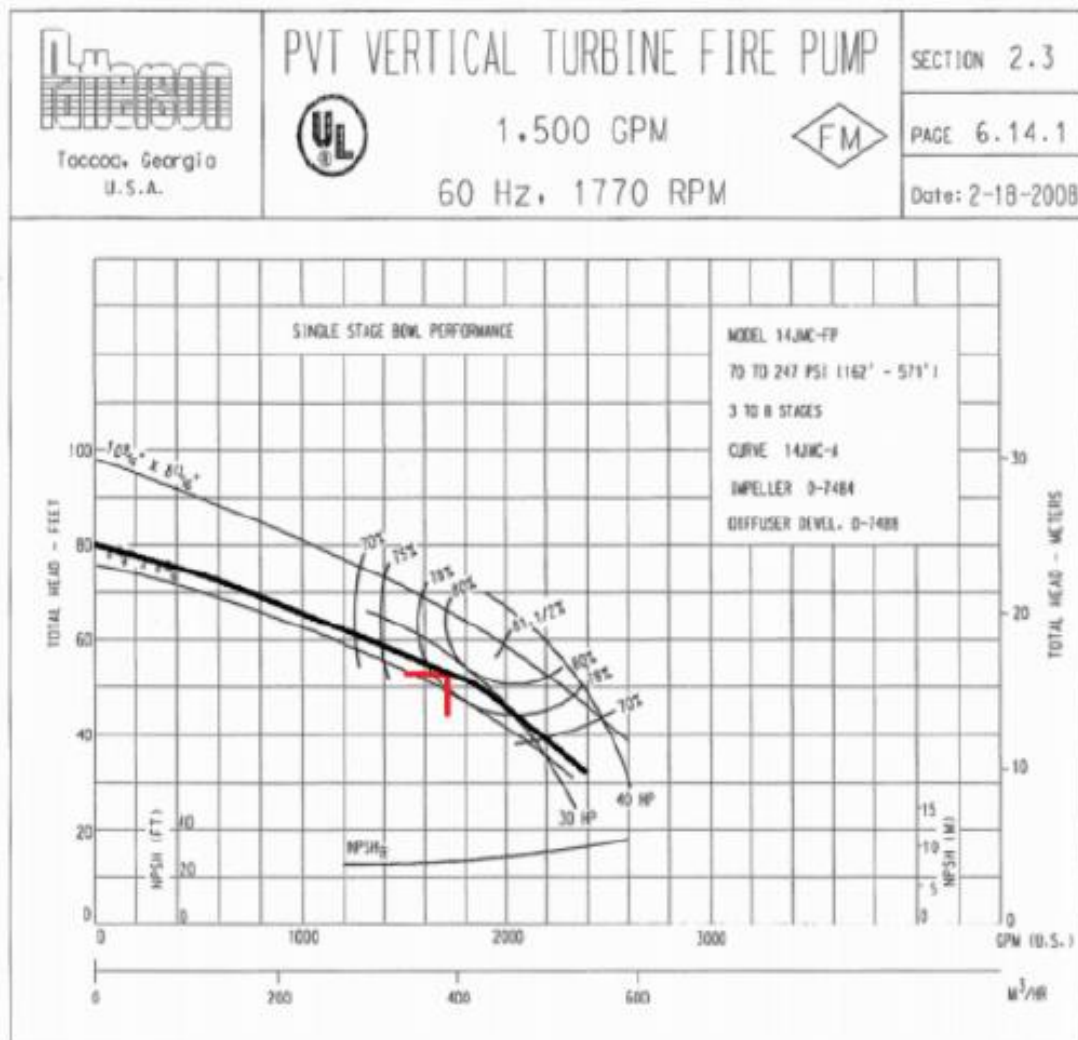
Tabla 17.4.2.1(b) Distancia máxima entre soportes colgantes (m)

	Tamaño nominal de tubería (mm)											
	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200
Tubería de acero, excepto de pared delgada roscada	NA	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
Tubería de acero de pared delgada roscada	NA	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	NA	NA	NA	NA	NA
Tubo de cobre	2.4	2.4	3.0	3.0	3.7	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
CPVC	1.7	1.8	2.0	2.1	2.4	2.7	3.0	NA	NA	NA	NA	NA
Tubería de hierro dúctil	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4.6	NA	4.6	NA	4.6	4.6

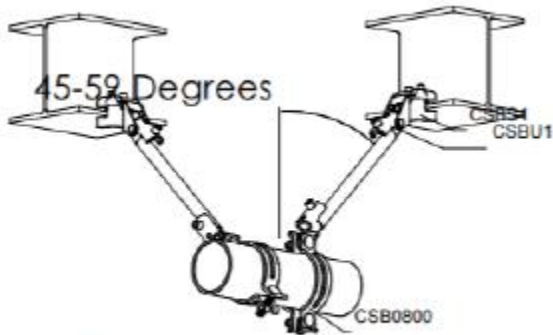
NA: No aplicable.

9.9. Características de la bomba

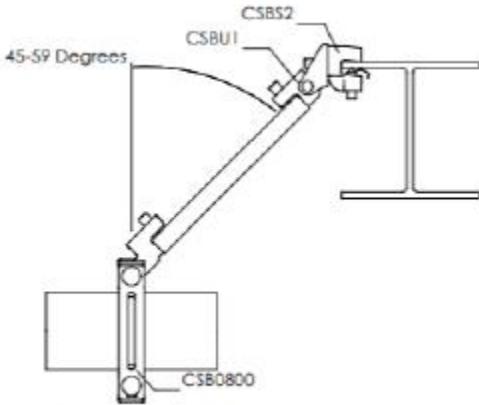
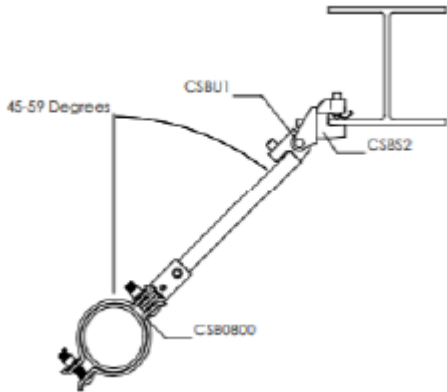
Marca: Patterson	Motor: Combustión interna
Tipo: Turbina Vertical	Marca: Clarke
Modelo: 17JMC-FP / 4 etapas, 1475 rpm	Modelo: JU6H-UF52
Caja reductora: Randolph modelo M150	Volumen tanque combustible: 300 Gal
Caudal al 100%: 1500 gpm	Potencia en el eje: 200 HP @ 2350 rpm
Presión: 145 psi al 100%	Controlador: EATON FD-120



9.10. Arriostres Longitudinales seleccionados



Steel (I-Beam shown, C Purlin and Z Purlin Similar)

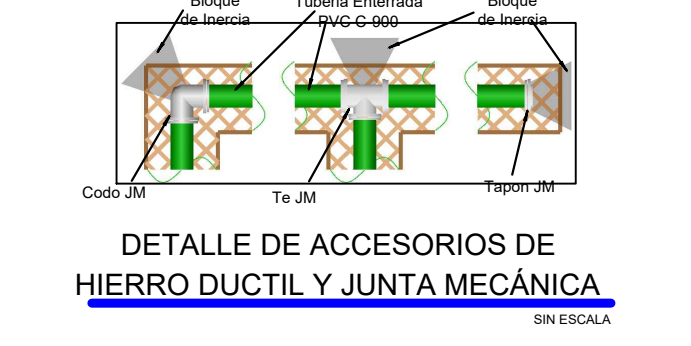
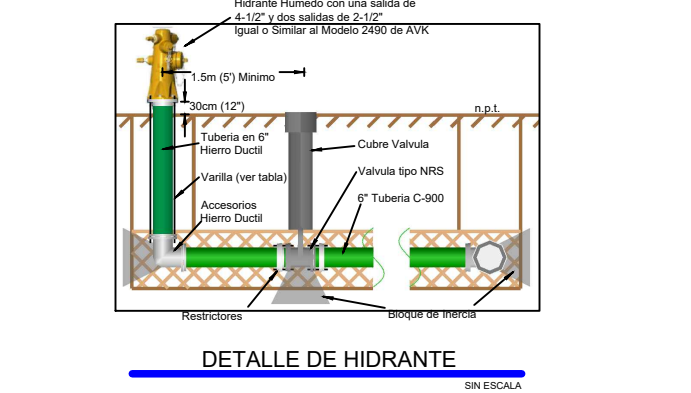
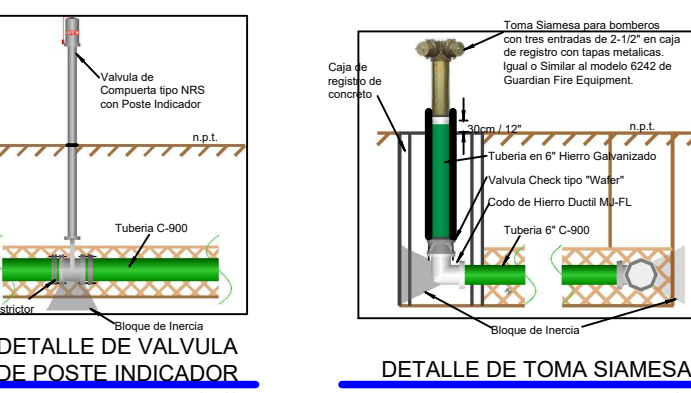
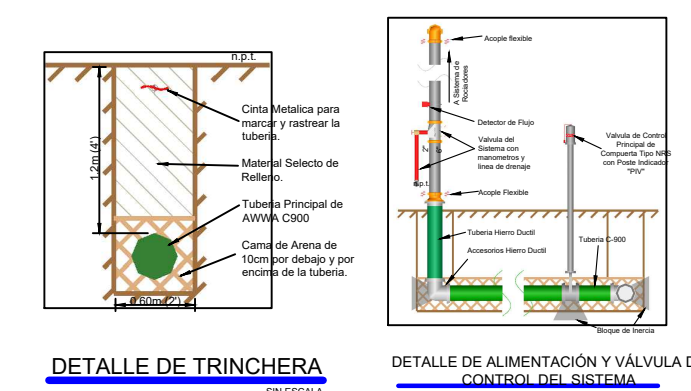
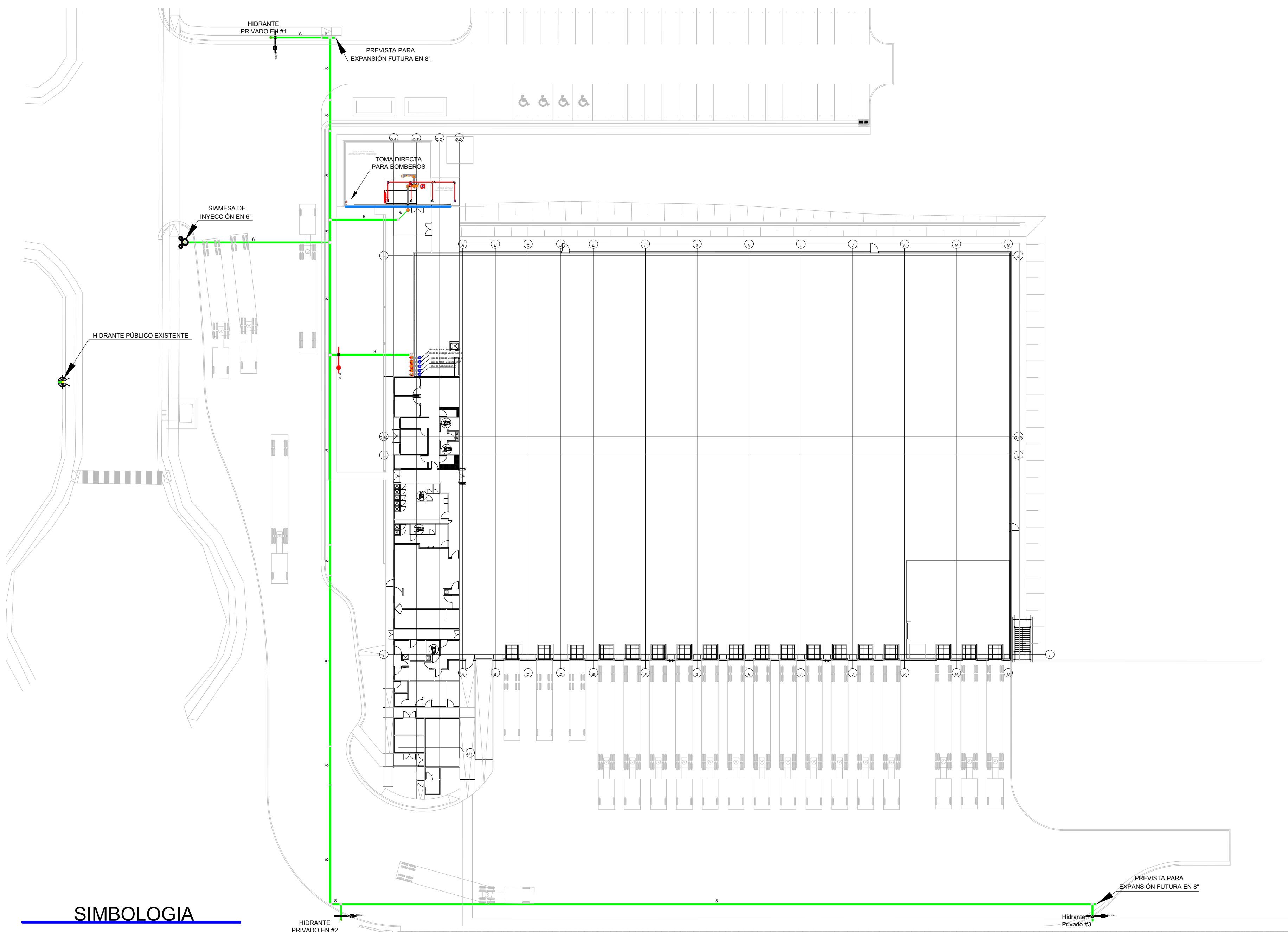


Steel (I-Beam shown, C Purlin and Z Purlin Similar)

9.11. Formato de memoria de Cálculo

Nodo 1	Elev 1 (pie) (m)	Factor K	Flujo agregado — en este paso (q)	DI nominal	Accesorios — cantidad y longitud	L pie (m)	Factor C	total (Pt)	Notas
						F pie (m)		Pf por pies (m) (psi) (bar)	
Nodo 2			Flujo total (Q)	DI real		T pie (m)		fricc (Pf)	
datos 1	datos 1	datos 1	datos 1	datos	datos	datos	datos	datos 1	datos
datos 2	datos 2		datos	datos	datos	datos	datos	datos	
datos 1	datos 1	datos 1	datos 1	datos	datos	datos	datos	datos 1	datos
datos 2	datos 2		datos	datos	datos	datos	datos	datos	
datos 1	datos 1	datos 1	datos 1	datos	datos	datos	datos	datos 1	datos
datos 2	datos 2		datos	datos	datos	datos	datos	datos	

Fuente: NFPA 13, 2019



- NOTAS GENERALES - TUBERIA ENTERRADA**
1. Todos los materiales serán listados por UL y aprobados por FM.
 2. Toda la instalación cumplirá con la norma NFPA #13 y #24.
 3. La profundidad mínima desde la parte superior del tubo será de 1.6m (5'0"). Ver detalle.
 4. Los bloques de inercia y varillas de anclaje deberán instalarse de acuerdo a la norma NFPA 13 y 24.
 5. Toda la tubería de la red exterior será probada a 200psi (o 50psi sobre la presión máxima de trabajo, lo que sea mayor) por un periodo mínimo de dos (2) horas.
 6. Se deberá utilizar tubería de hierro dúctil para la transición tierra-aire y cuando la tubería pase por debajo de las fundaciones del edificio.
 7. La tubería enterrada deberá ser impresa (flashed) de acuerdo con la NFPA 13, NFPA 24, antes de ser interconectada con los sistemas de notificación.
 8. Se deberá utilizar Tubería AWWA C900 Clase 200 DR-14 aprobada por NFPA.

- SIMBOLOGIA**
- ⊗ Tubería de Alimentación Vertical
 - ⊕ Hidrante
 - ⊕ Toma Siamesa
 - ⊕ Toma para Bomberos del tanque de Reserva de Agua
 - ⊕ Cabezal de Pruebas
 - P.I.V. Valvula tipo NRS con Poste Indicador
 - N.R.S. Valvula tipo NRS con cubre valvulas
 - || Valvula de Retencion
 - ◀ Bloque de Inercia

SISTEMA SUPRESIÓN INCENDIO RED EXTERIOR
ESCALA 1 = 400



PROYECTO
 DISEÑO DE SISTEMA DE SUPRESIÓN CONTRA INCENDIOS PARA PLANTA DISTRIBUIDORA DE ALIMENTOS

CONTENIDO
 - Sistema de Red Exterior
 - Simbología
 - Detalles

ESCALA	FECHA	LÁMINA	
INDICADA	NOVIEMBRE 2021	01	11

**NOTAS GENERALES
CUARTO DE BOMBAS**

1. EQUIPO DE BOMBEO:

A. BOMBA PRINCIPAL DE INCENDIOS, CON MOTOR ELÉCTRICO, TIPO TURBINA VERTICAL, DE 1500 GPM Y A UNA PRESIÓN DE 145 PSI, CON SU RESPECTIVO PANEL DE CONTROL, MODELO FT1A1300, MARCA FIRETROL. LA BOMBA SERÁ DE LA MARCA PATTERSON MODELO 14JMC-PP, SUCCIÓN EN 8" Y DESCARGA EN 8" Y EL MOTOR SERÁ DE LA MARCA US MOTORS MODELO H444TP, 1800 RPM, 150 HP, 60 HZ Y 460 V.
 B. BOMBA JOCKEY DE 15 GPM A UNA PRESIÓN DE 155 PSI, MODELO ST-13, 3 HP, 208V, TRIFÁSICO, 60 HZ Y 460 V.
 C. EN CASO DE QUE LA BOMBA PRINCIPAL SUPERE 175 PSI DE PRESIÓN (INCLUYENDO A CAUDAL CERO), EL INSTALADOR DEBERÁ CONSIDERAR UNA VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN. LO ANTERIOR DEBERÁ SER AUTORIZADO POR EL PROPIETARIO Y POR EL INSPECTOR DEL PROYECTO.
 D. SE DEBERÁ REVISAR Y COORDINAR CON EL INGENIERO ESTRUCTURAL LA ALTURA DEFINITIVA DEL TANQUE DE AGUA CONTRA INCENDIOS, PARA LA SELECCIÓN ADECUADA DE LA LONGITUD DE LA BOMBA TURBINA VERTICAL.

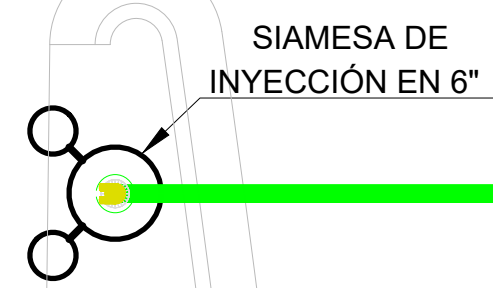
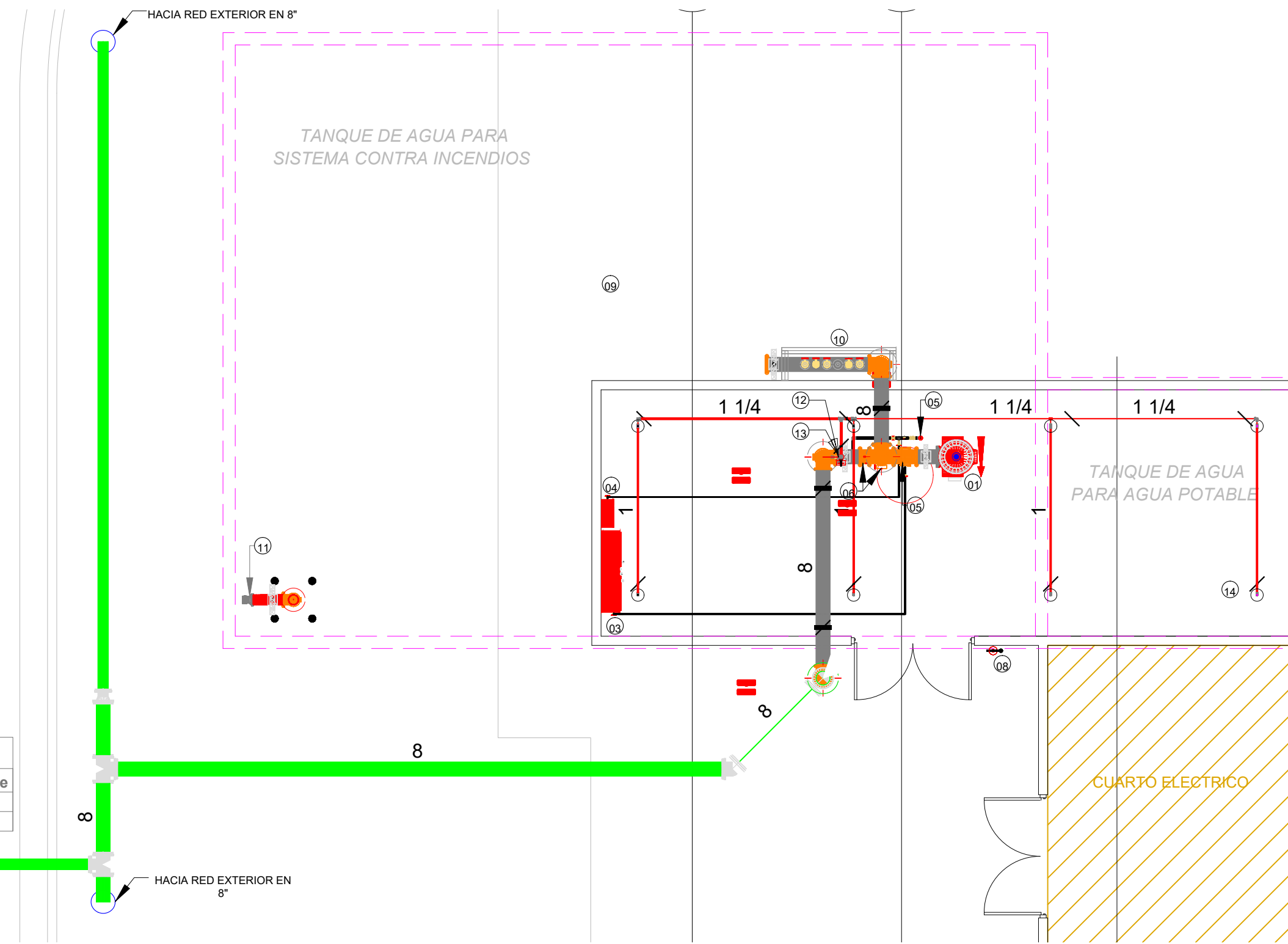
- LA TUBERÍA RANURADA SERÁ H.N. SCH 10 APROBADA POR UL/FM CON JUNTAS Y ACCESORIOS RANURADOS USANDO ACOPLES (DIÁMETROS DESDE 2 1/2" EN ADELANTE).
- LA TUBERÍA ROSCADA SERÁ H.N. SCH 40 APROBADA POR UL/FM CON JUNTAS Y ACCESORIOS DE HIERRO DUCTIL ROSCADO SEGUN ANSI (DIÁMETROS DESDE 2" Y MENORES).
- LOS SOPORTES Y SOPORTES SISMO-RESISTENTES SERAN DEL TAMAÑO, UBICACION, E INSTALACION SEGUN NFPA 13 EDICION 2019.
- LA TUBERIA SERA PROBADA HIDROSTATICAMENTE A 13.8 BAR (200 PSI) POR 2 HORAS.
- LAS VALVULAS DE SUCCION Y DESCARGA DEDERAN SER MONITOREADAS.
- SE DEBERAN MONITOREAR LAS SIGUIENTES CONDICIONES EL EQUIPO DE BOMBEO:
 - INDICACION DE ARRANQUE
 - INDICACION DE CONDICION DEL CONTROLADOR
 - INDICACION DE PROBLEMA DEL MOTOR.
- TODOS LOS COMPONENTES DEL SISTEMA SERAN APROBADOS POR UL.

OTRAS CONSIDERACIONES

- EL CUARTO DEBERÁ CONTAR CON ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA.
- EL CUARTO DEBERÁ CONTAR CON BARRERA.
- LAS PAREDES DEBERÁN TENER UNA RESISTENCIA AL FUEGO DE 1 HORA.
- SE DEBERÁ INSTALAR SOPORTES CONTRA OSCILACION EN TODAS LAS TUBERIAS Y EQUIPOS DE ACUERDO CON NFPA 13.
- SE DEBERÁ DEJAR UN ESPACIO ENTRE LAS TUBERIAS QUE ATRIEVEN LAS PAREDES, PISOS, O FUNDACIONES DE ACUERDO CON NFPA 13.
- DEBERÁ SER DE 1" PARA TUBERIAS MENORES A 4" Y DE 2" PARA TUBERIAS DE 4" Y MAYORES.
- EL CUARTO DEBERÁ CONTAR CON LA VENTILACION NECESARIA PARA MANTENER LOS EQUIPOS DENTRO DE LA TEMPERATURA DE OPERACION INDICADA POR EL FABRICANTE.
- SE DEBE INCLUIR UN PASANTE EN LOSA PARA RETORNAR EL FLUJO DE AGUA DEL CABEZAL DE PRUEBAS HACIA EL TANQUE.

PARTES DEL SISTEMA

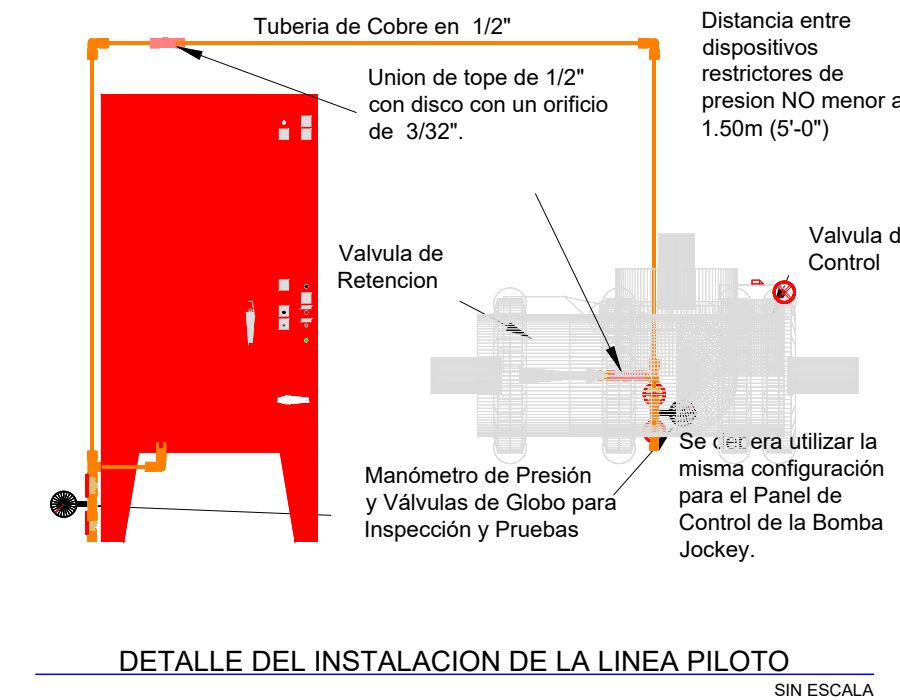
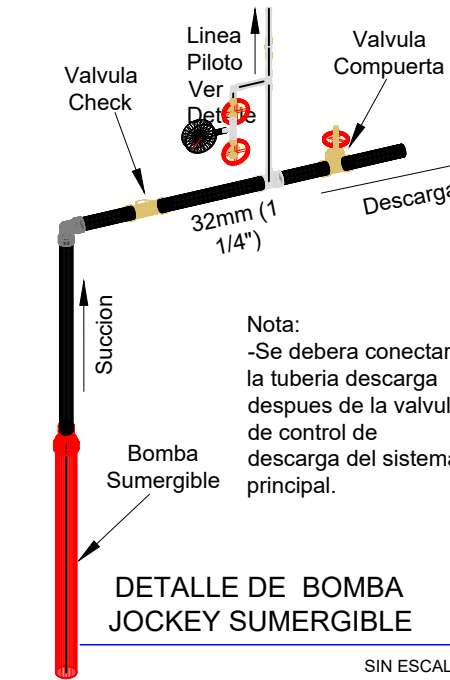
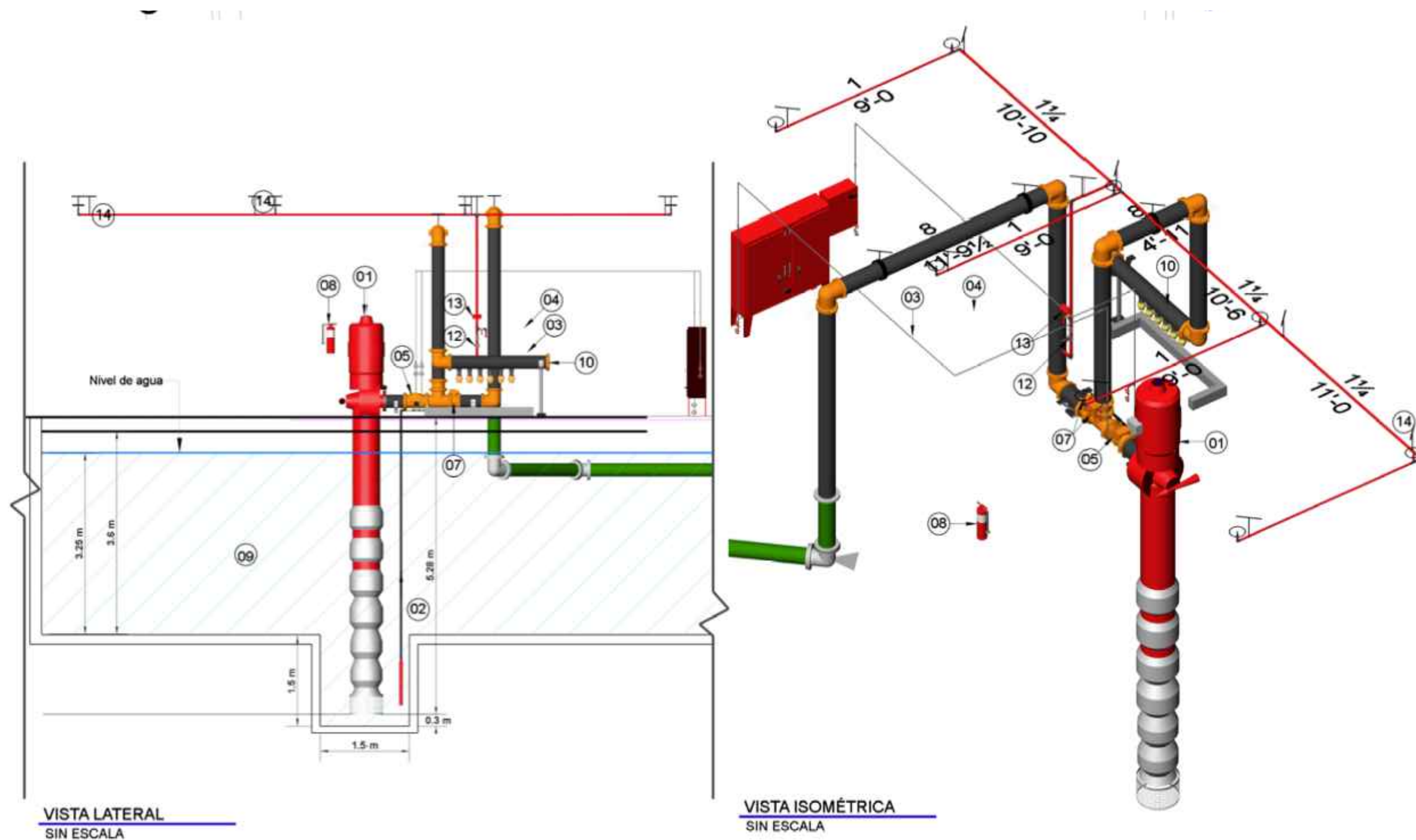
01	Equipo de Bombeo de 1500 gpm @ 145 psi, Motor Eléctrico
02	Bomba Jockey de 15 gpm @ 155 psi.
03	Panel de Control Equipo de Bombeo Principal Motor Eléctrico con Transferencia
04	Panel de Control Bomba Jockey
05	8" Válvula de Retención Ranurada
06	Purga de Aire y Manómetro en la Descarga
07	Válvula de mariposa en 8", ranurada
08	Extintor de CO2 de 4.54 kg
09	Tanque de reserva de agua de 106000 galones
10	Cabezal de Pruebas 8", con 6 tomas de 2 1/2"
11	Toma de succión para Bomberos, 6" x 4 1/2"
12	Válvula Mariposa en 1"
13	Sensor de flujo, de 1"
14	Rociadores



Sprinkler Legend

Symbol	SIN	Model	Quantity	K-Factor	Type	Size	Response	Finish	Temperature	
(C)	RA2921	F1FR56	6	11.2	Upright	3/4"	Standard	Brass	165°F	
			Total = 6							

**EQUIPOS DE BOMBEO VISTA DE PLANTA
ESCALA 1 : 75**

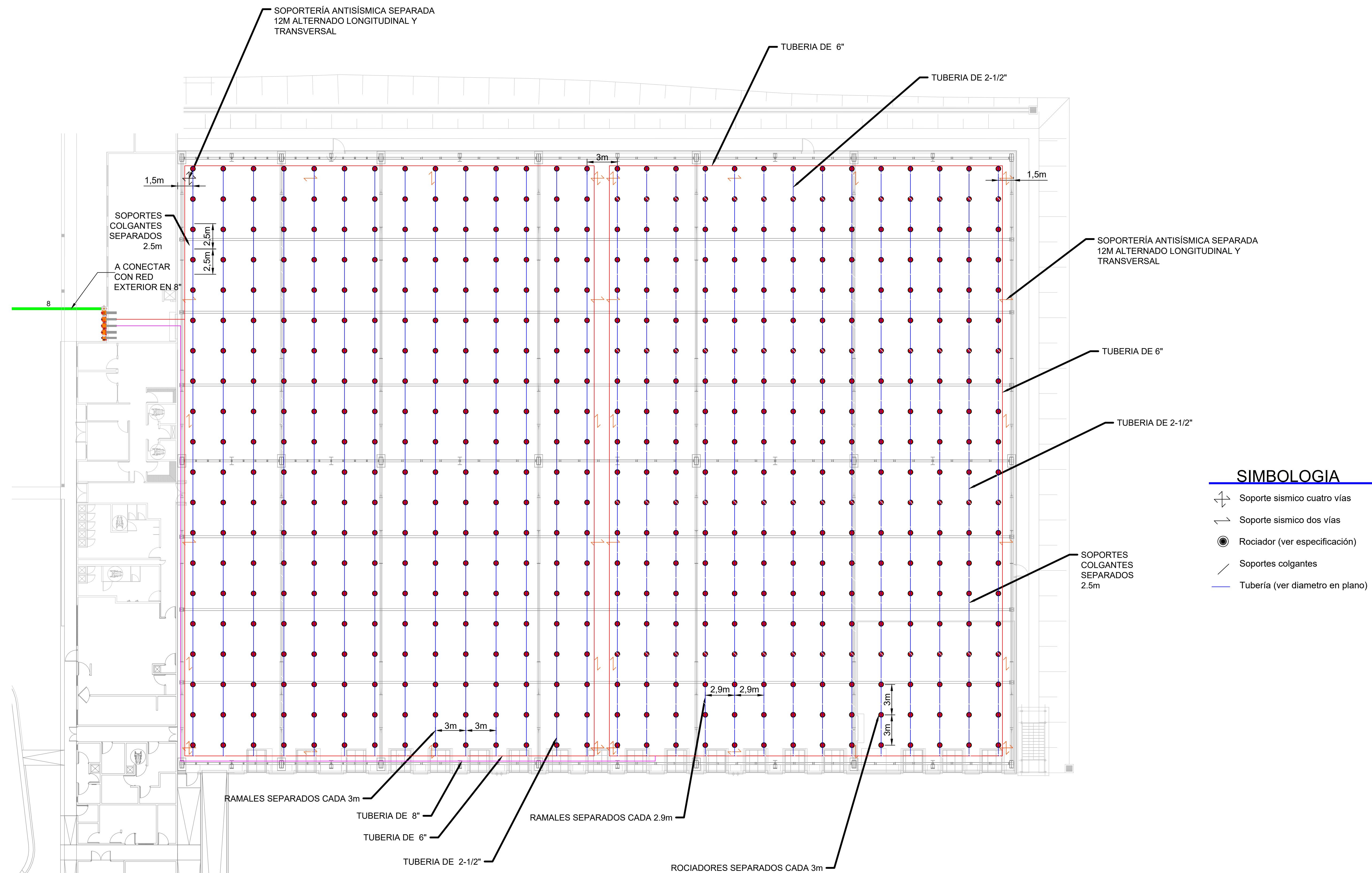


PROYECTO:
DISEÑO DE SISTEMA DE SUPRESIÓN CONTRA INCENDIOS PARA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS

CONTENIDO:
- Distribución Principal del Equipo de Bombeo
- Vista Lateral e Isometrica del Equipo de Bombeo
- Detalles y Notas Generales

ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	NOVIEMBRE 2021	02	11





SIMBOLOGIA

- Soporte sísmico cuatro vías
- Soporte sísmico dos vías
- Rociador (ver especificación)
- Soportes colgantes
- Tubería (ver diámetro en plano)

**SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS
DISTRIBUCIÓN ROCIADORES EN TECHO**
ESCALA 1 = 200

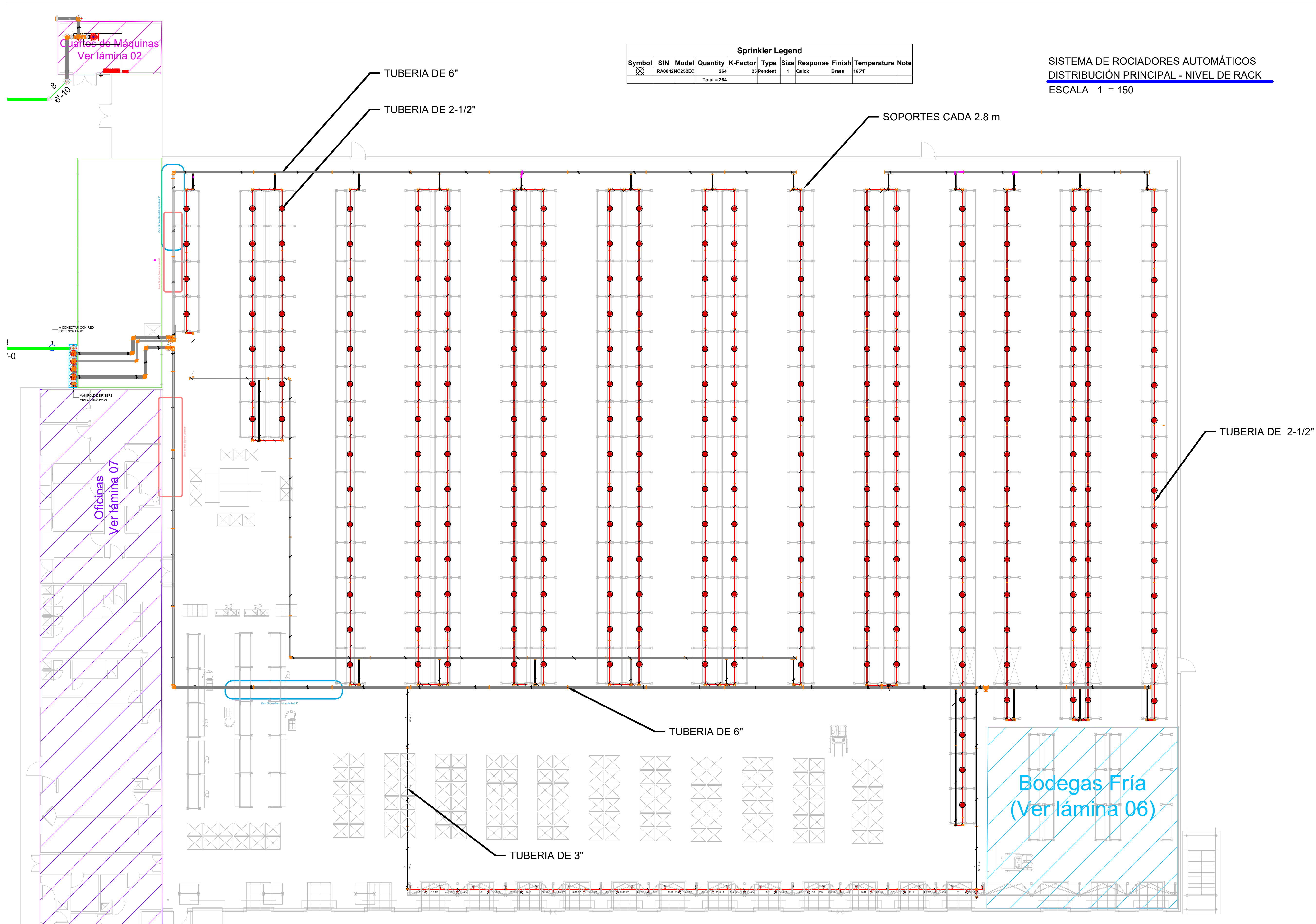
CARACTERÍSTICAS DE ROCIADORES									
Símbolo	SIN	Modelo	Cantidad	Factor K	Tipo	Dim	Respuesta	Temperature	Note
	RA1914	JL17	580	16.8	Colgante	3/4	Rápida	165°F	
			Total = 580						

PROYECTO:
DISEÑO DE SISTEMA DE SUPRESIÓN
CONTRA INCENDIOS PARA PLANTA DE
DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS

CONTENIDO:
- Sistema de Rociadores de Techo



ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	NOVIEMBRE 2021	04	11

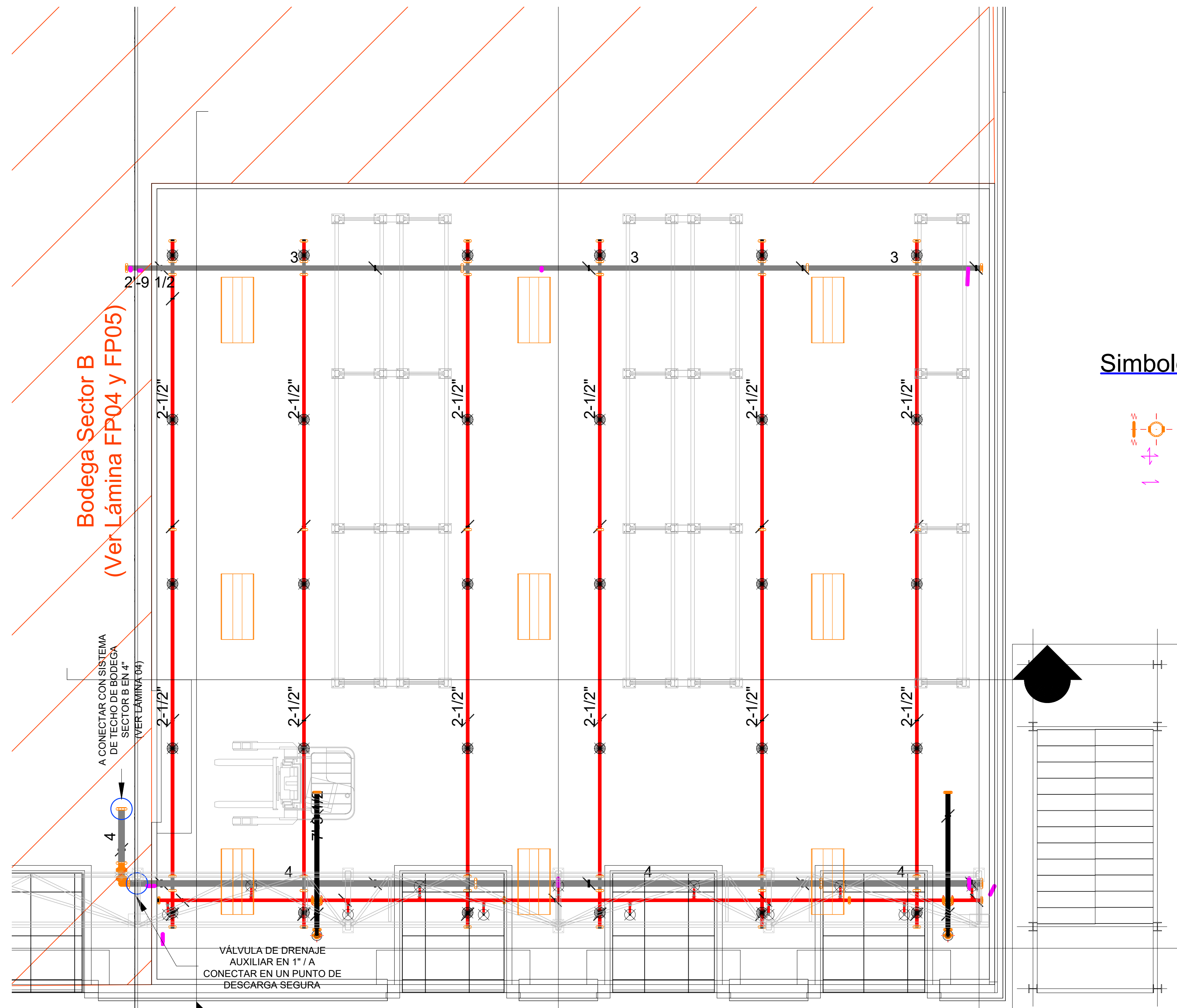


PROYECTO:
DISEÑO DE SISTEMA DE SUPRESIÓN
CONTRA INCENDIOS PARA PLANTA DE
DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS

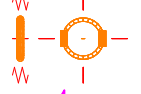


CONTENIDO:
- SISTEMA DE ROCIADORES IN RACKS

ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	NOVIEMBRE 2021	05	11






Simbología

-  Acople ranurado flexible
-  Soporte sísmico cuatro vías
-  Soporte sísmico dos vías

SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS
BODEGA FRÍA - NIVEL DE TECHO
 ESCALA 1 = 50

Sprinkler Legend

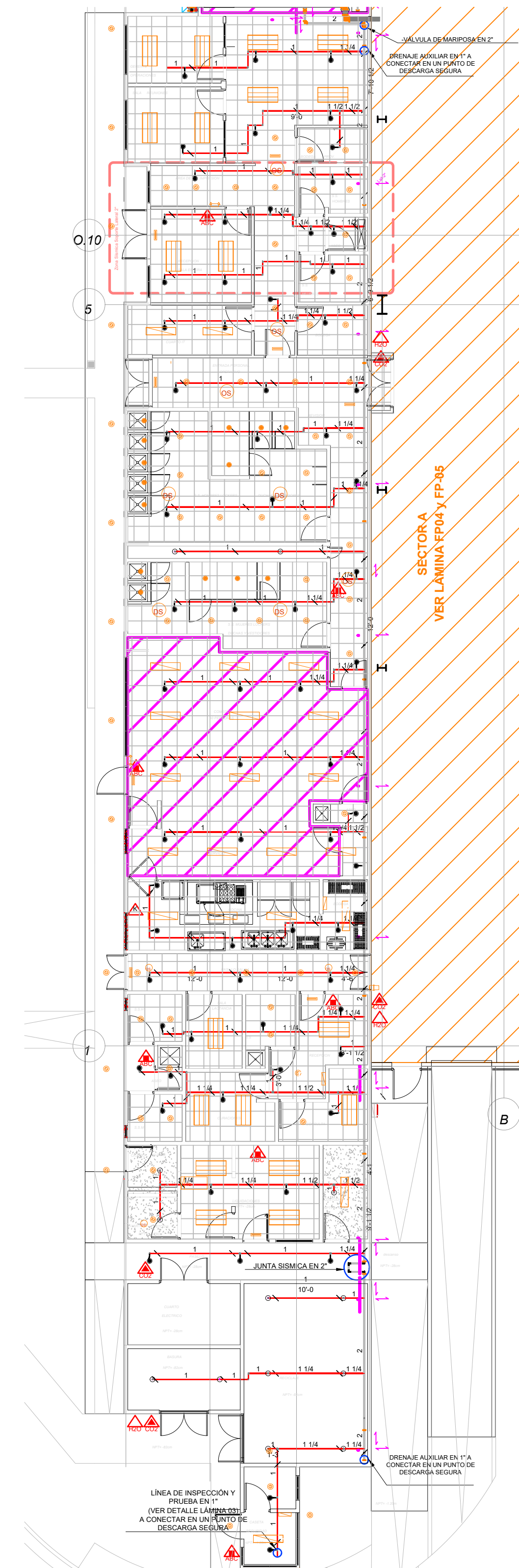
Symbol	SIN	Model	Quantity	K-Factor	Type	Size	Response	Finish	Temperature	Note
	RA1914	JL17	580	16.8	Pendent	3/4	Quick	Brass	165°F	
			Total = 580							

PROYECTO:
 DISEÑO DE SUPRESIÓN CONTRA
 INCENDIOS PARA PLANTA DE
 DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS

CONTENIDO:
 ROCIADORES DE TECHO BODEGA FRÍA

ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	NOVIEMBRE 2021	06	10





SIMBOLOGIA

	Acople ranurado flexible
	Soporte sísmico 4 vías
	Soporte sísmico dos vías
	Tubería de Alimentación Vertical

SIMBOLOGIA DE ROCIADORES

Symbol	SIN	Model	Quantity	K-Factor	Type	Size	Response	Finish	Temperature	Note
	R3226	GL112	18	11.2	Upright	3/4	Quick	Brass	155°F	CUARTO DE BATERIAS
	R3226	GL112	3	11.2	Upright	3/4	Quick	Brass	155°F	BAJO OBSTRUCCION*
	RA1414	F1FR56	72	5.6	Pendent	1/2	Quick	Chrome	155°F	OFICINAS
	RA1425	F1FR56	13	5.6	Upright	1/2	Quick	Brass	155°F	OFICINAS
			Total = 106							

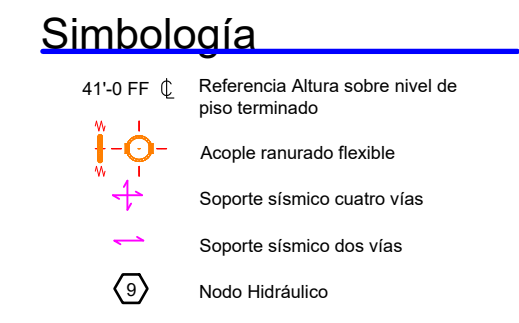
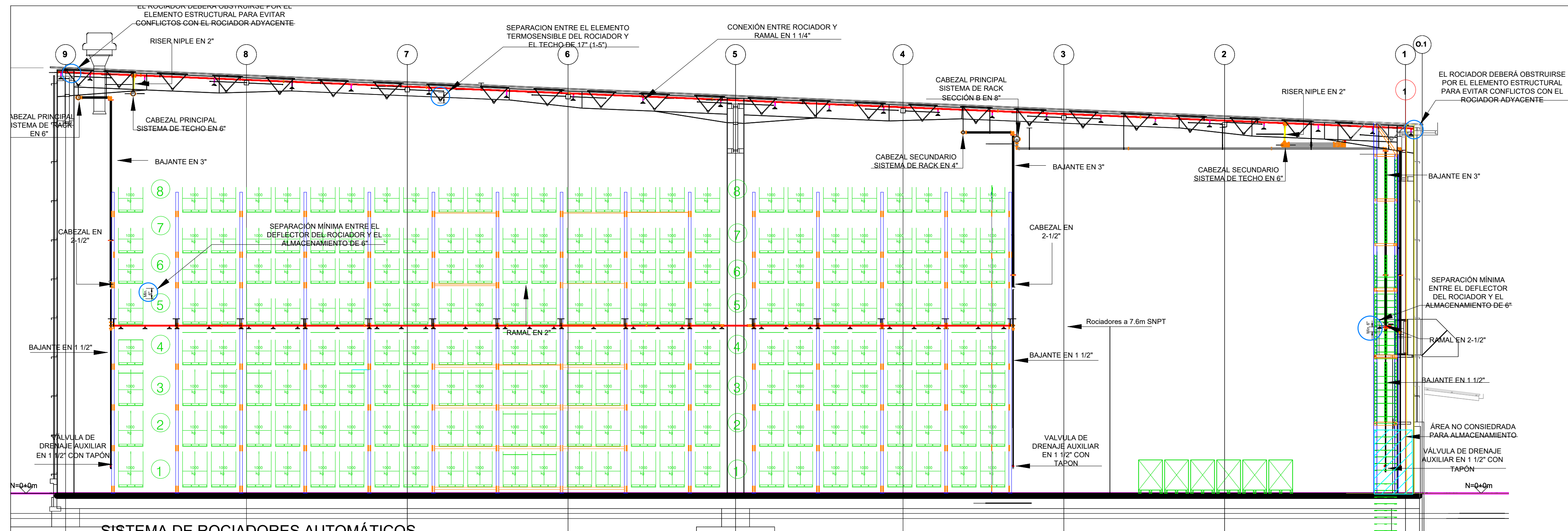
DISTRIBUCIÓN SISTEMA DE ROCIADORES
OFICINAS
ESCALA 1 = 150

PROYECTO:
DISEÑO DE SUPRESIÓN CONTRA
INCENDIOS PARA PLANTA DE
DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS

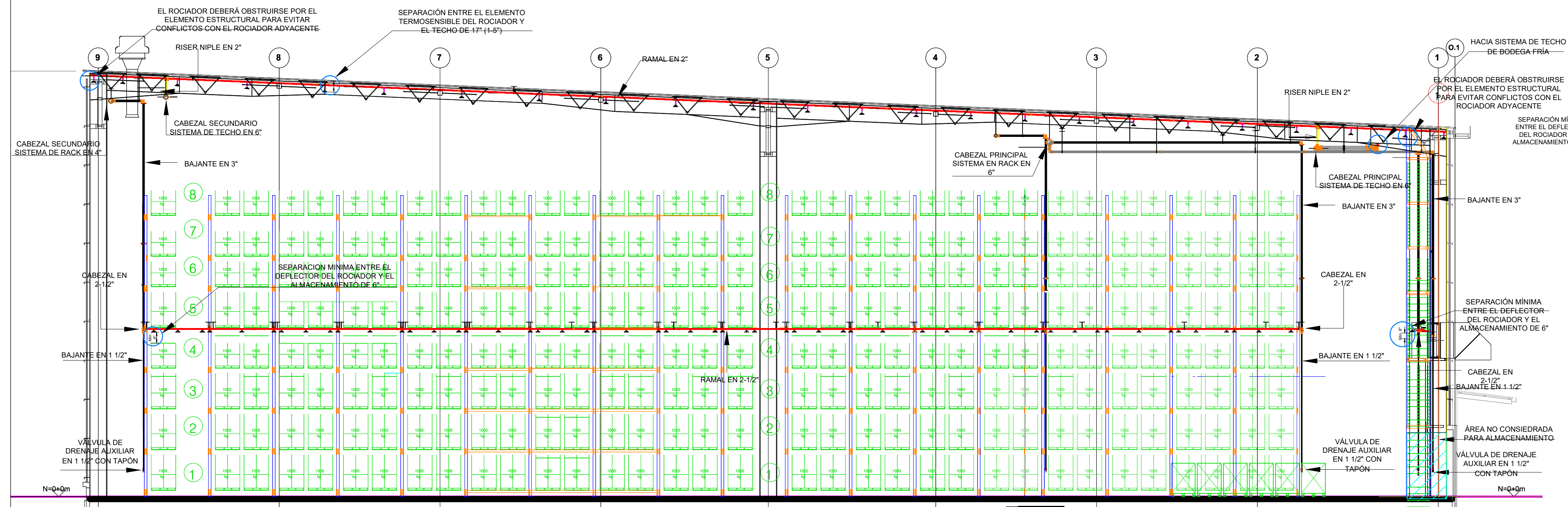
CONTENIDO:
ROCIADORES DE OFICINAS



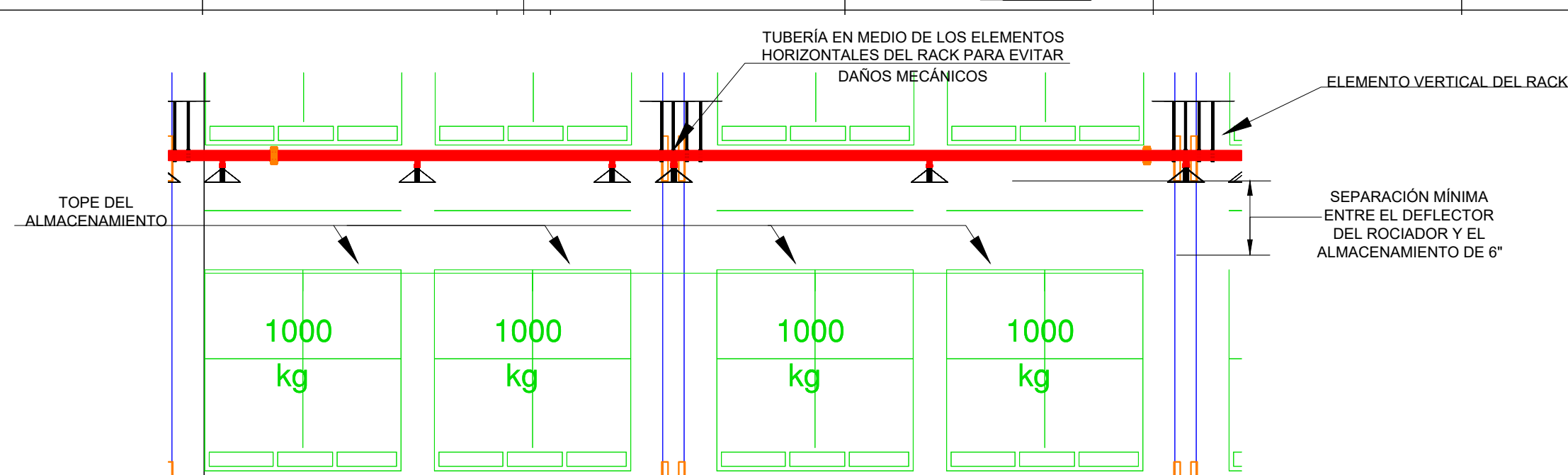
ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	NOVIEMBRE 2021	07	10



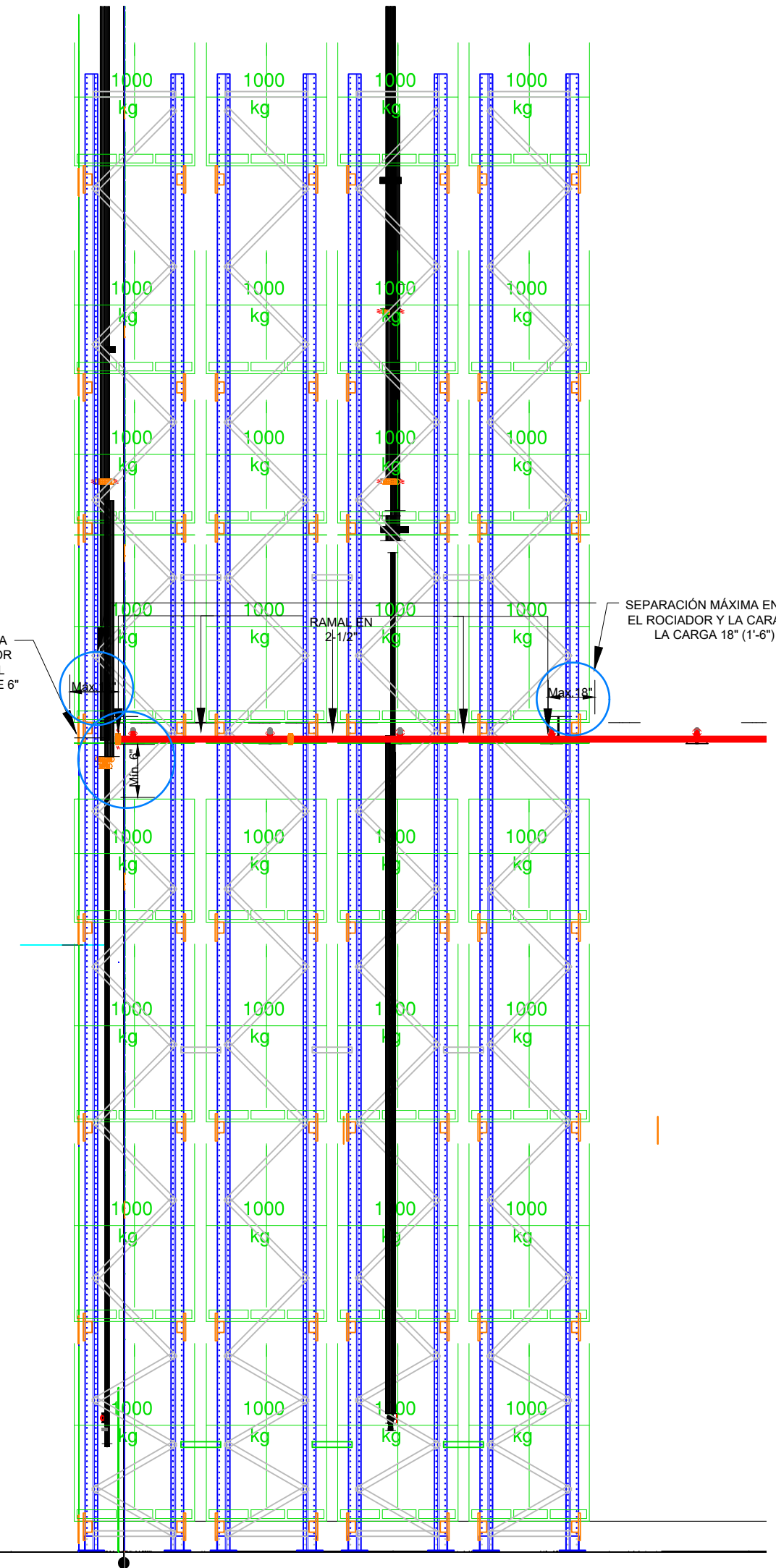
SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS
SECCIÓN A
ESCALA 1 = 100



SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS
SECCIÓN D
ESCALA 1 = 100



SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS
SECCIÓN C
ESCALA 1 = 30



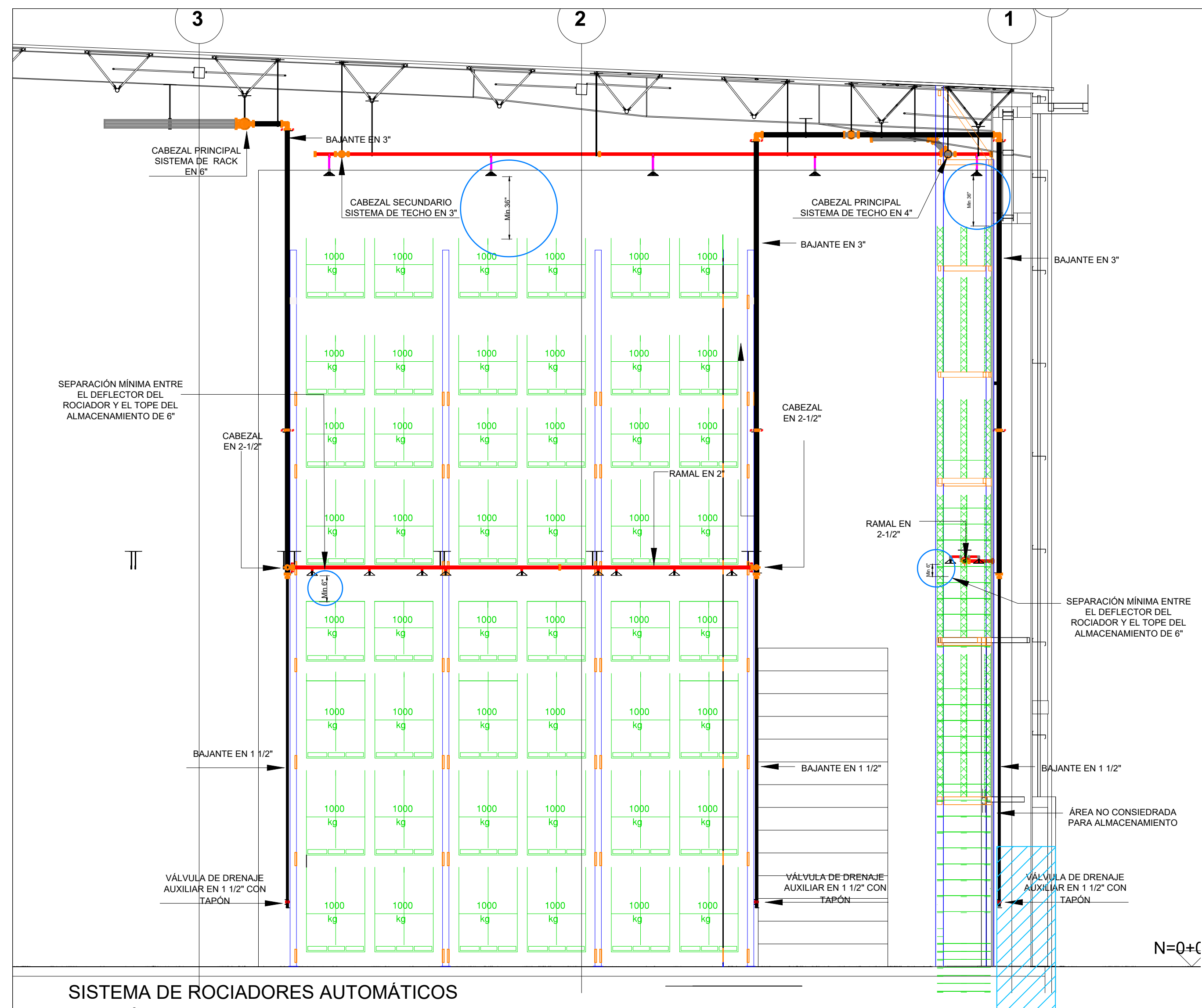
SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS
SECCIÓN B
ESCALA 1 = 50

PROYECTO:
DISEÑO DE SUPRESIÓN CONTRA INCENDIOS PARA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS

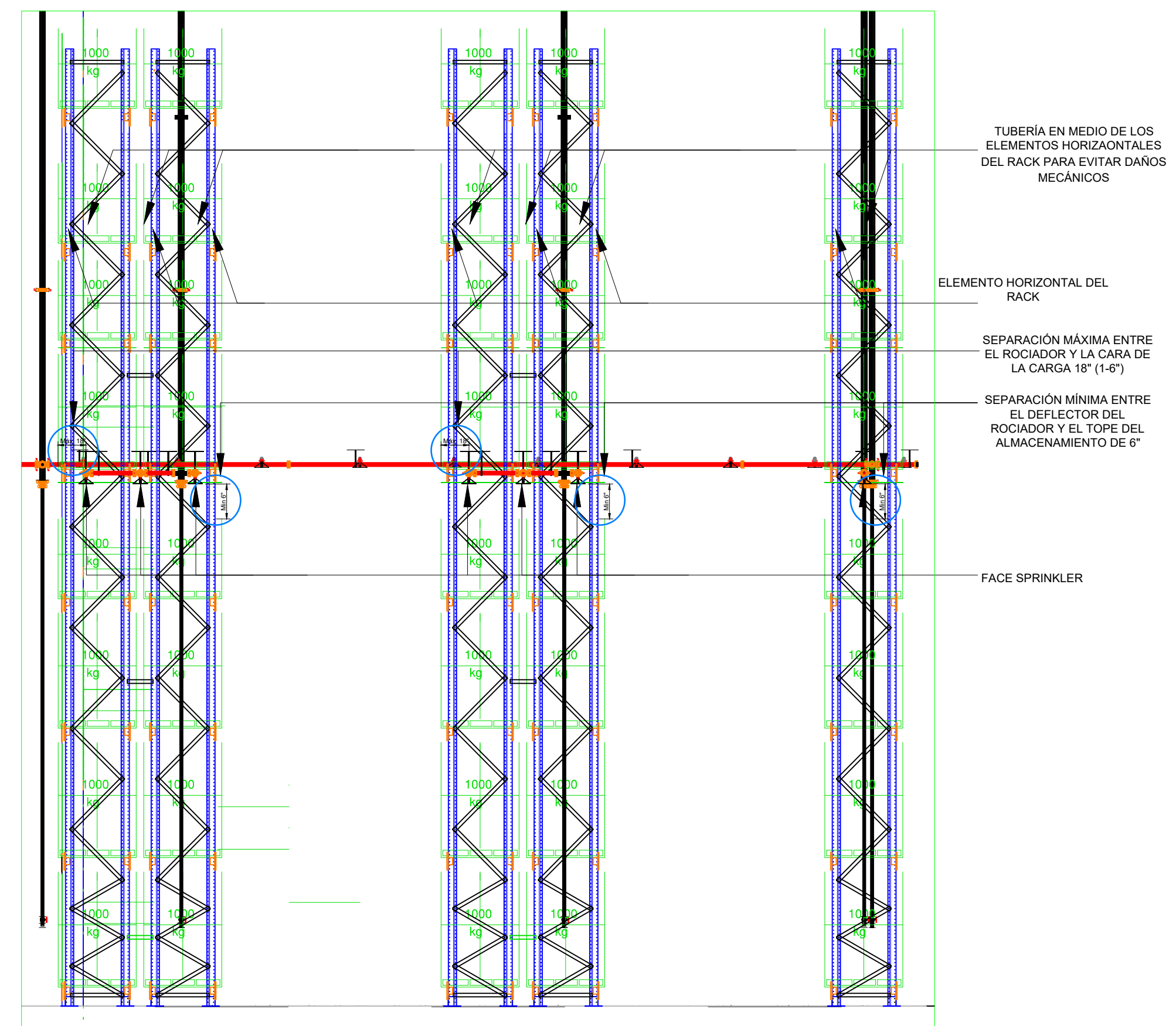
CONTENIDO:
- CORTES

ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	NOVIEMBRE 2021	08	10

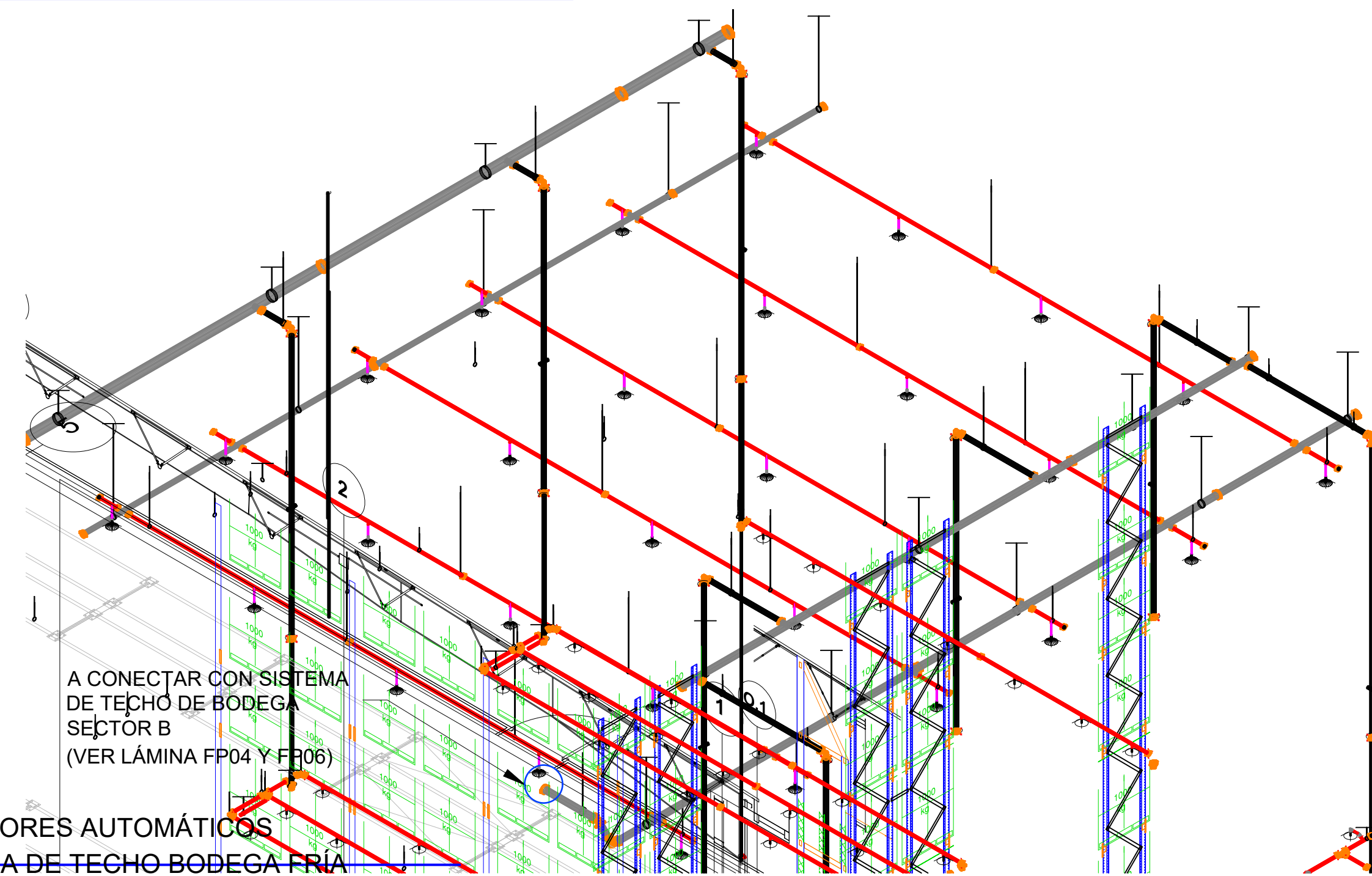




SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS
SECCIÓN E
SIN ESCALA



SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS
SECCIÓN F
ESCALA 1/50



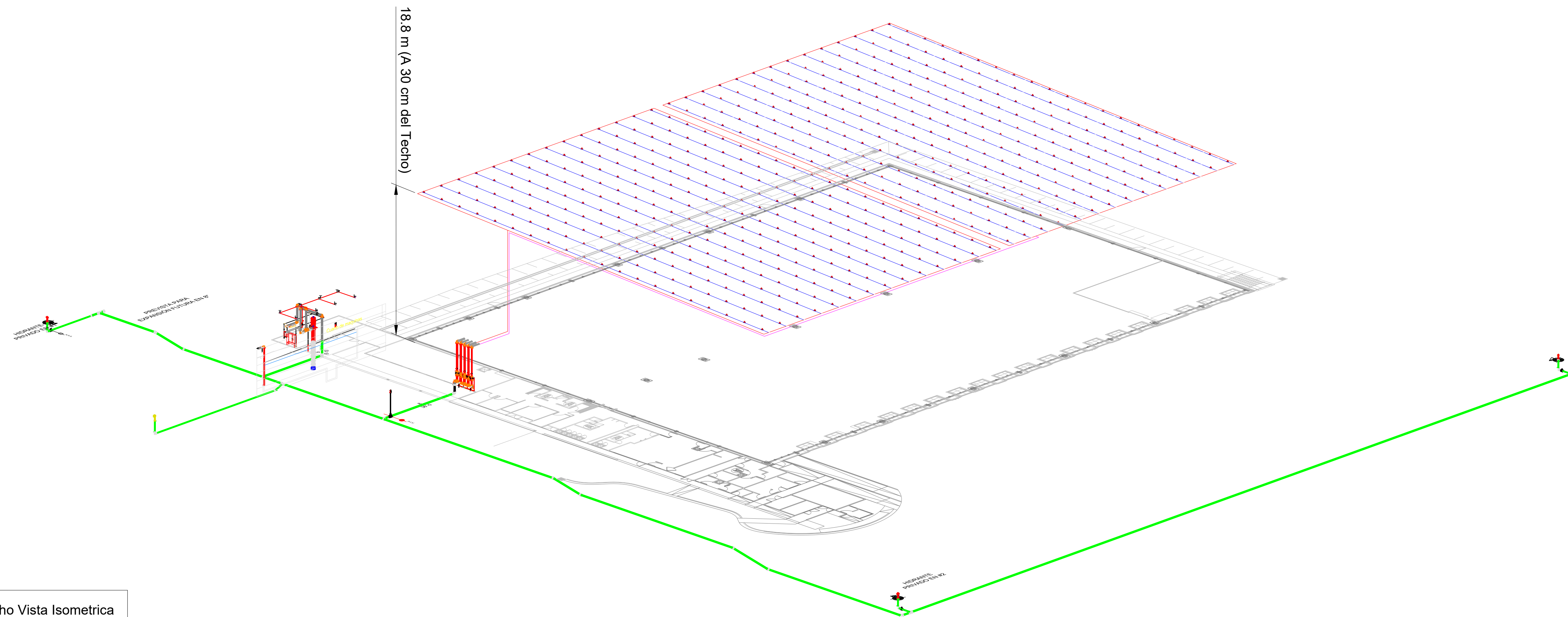
SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS
ISOMÉTRICO SISTEMA DE TECHO BODEGA FRÍA
SIN ESCALA



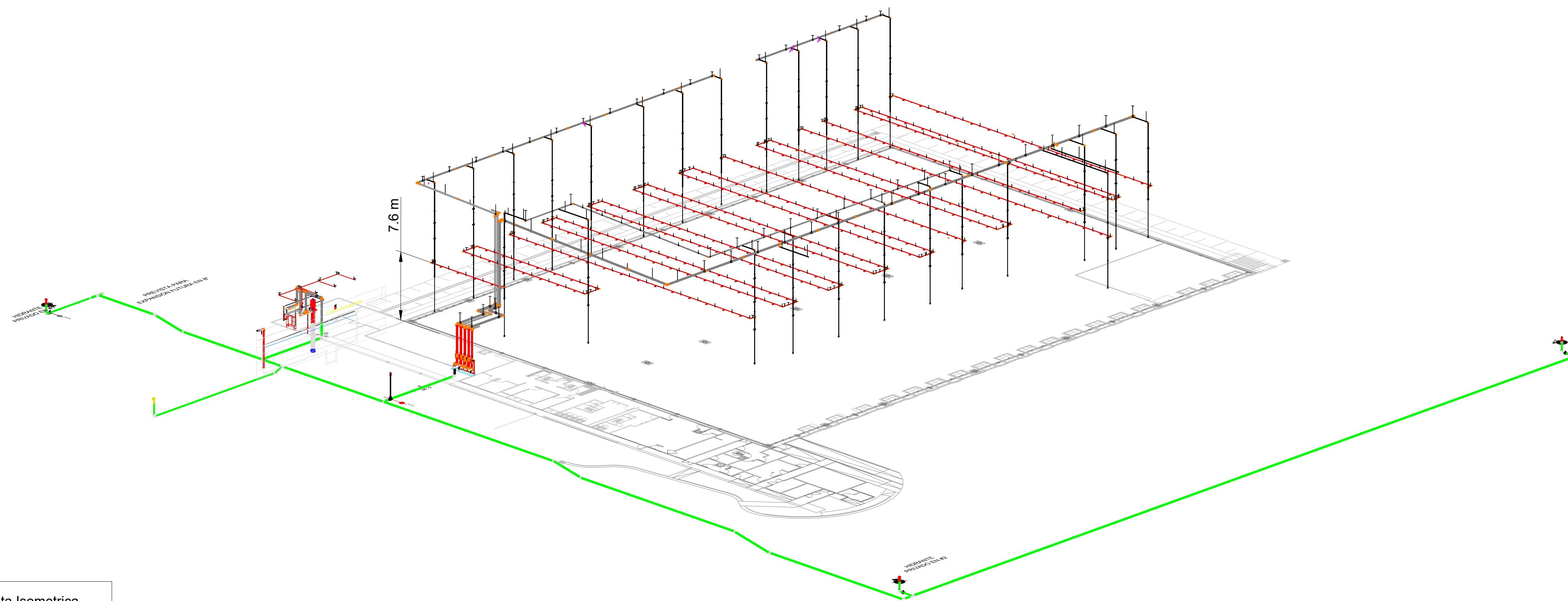
PROYECTO:
DISEÑO DE SUPRESIÓN CONTRA INCENDIOS PARA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS

CONTENIDO:
- CORTES BODEGA FRÍA

ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	NOVIEMBRE 2021	09	10



Rociadores de Techo Vista Isometrica



Rociadores Inrack Vista Isometrica

PROYECTO:
 DISEÑO DE SUPRESION CONTRA
 INCENDIOS PARA PLANTA DE
 DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS

CONTENIDO:
 - ISOMETRICOS

ESCALA	FECHA	LAMINA	
INDICADA	NOVIEMBRE 2021	10	10

