



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto Técnico previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial

TEMA

“Diseño de un sistema hidráulico de extinción contra incendios en base a la normativa NFPA para una industria láctea de la ciudad de Guayaquil”

THEME

“Design of a hydraulic fire extinguishing system based on the NFPA regulations for a dairy industry in the city of Guayaquil”

AUTORES:

Segura Domínguez María de los Ángeles
López Pagalo Ronaldo Isaías

Director: Ing. Armando Fabrizzio López Vargas Ph.D

Guayaquil, Agosto del 2021

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

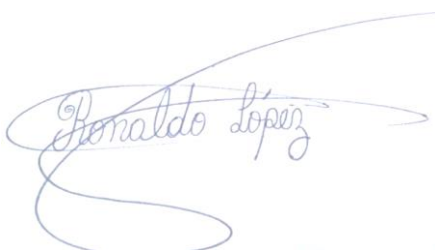
Yo, Segura Domínguez María de los Ángeles, declaro que soy el único autor de este trabajo de titulación titulado *“Diseño de un sistema hidráulico de extinción contra incendios en base a la normativa NFPA para una industria láctea de la ciudad de Guayaquil”*. Los conceptos aquí desarrollados, los análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Segura Domínguez María de los Ángeles', with a horizontal line drawn through it.

Segura Domínguez María de los Ángeles
C.I 0953760667

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Yo, López Pagalo Ronaldo Isaías, declaro que soy el único autor de este trabajo de titulación titulado “*Diseño de un sistema hidráulico de extinción contra incendios en base a la normativa NFPA para una industria láctea de la ciudad de Guayaquil*”. Los conceptos aquí desarrollados, los análisis realizados y las conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor.

A handwritten signature in blue ink, reading "Ronaldo López", with a large, sweeping flourish underneath.

López Pagalo Ronaldo Isaías
C.I 0953659323

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quien suscribe, en calidad del trabajo de titulación titulado “**DISEÑO DE UN SISTEMA HIDRÁULICO DE EXTINCIÓN CONTRA INCENDIOS EN BASE A LA NORMATIVA NFPA PARA UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**”, por medio de la presente, autorizo a la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Segura Domínguez María de los Ángeles', with a horizontal line drawn through it.

Segura Domínguez María de los Ángeles
C.I 0953760667

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORES

Quien suscribe, en calidad del trabajo de titulación titulado “**DISEÑO DE UN SISTEMA HIDRÁULICO DE EXTINCIÓN CONTRA INCENDIOS EN BASE A LA NORMATIVA NFPA PARA UNA INDUSTRIA LÁCTEA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL**”, por medio de la presente, autorizo a la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.

A handwritten signature in blue ink that reads "Ronaldo López". The signature is written in a cursive style and is enclosed within a large, sweeping blue oval stroke.

López Pagalo Ronaldo Isaías
C.I 0953659323

DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **ING. ARMANDO FABRIZZIO LÓPEZ VARGAS Ph.D**, En calidad de director del trabajo de titulación titulado “**Diseño de un sistema hidráulico de extinción contra incendios en base a la normativa NFPA para una industria láctea de la ciudad de Guayaquil**”, desarrollado por los estudiantes **SEGURA DOMÍNGUEZ MARÍA DE LOS ÁNGELES** y **LÓPEZ PAGALO RONALDO ISAÍAS**, previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su representación y aceptación como una obra autentica y de alto valor académico.

Dado en la Ciudad de Guayaquil, Agosto del 2021



Ing. Armando Fabrizio López Vargas Ph.D

DOCENTE DIRECTOR DEL PROYECTO TÉCNICO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en primer lugar a Dios, quien ha sido el pilar esencial a lo largo de mi carrera.

A mis padres Jorge Segura y Antonia Domínguez, quienes han sido la motivación diaria durante estos años de estudio y el apoyo permanente desde el primer día de clases, demostrándome que con trabajo, esfuerzo y perseverancia se puede lograr lo que uno se propone.

A mis abuelitos quienes ya no se encuentran conmigo físicamente, pero a quienes les debo los mejores años de mi vida y se encuentran desde el cielo protegiéndome permanentemente, sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

María de los Ángeles Segura Domínguez

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a todas las personas que me han ayudado a que sea posible que esta meta la haya cumplido, en mi especial a mis padres, a mi madre Sra. Reina Verónica Pagalo Chávez por darme su incondicional apoyo y su gran paciencia y a mi Padre Francisco Arturo López Torres porque con su duro trabajo y esfuerzo contribuyó a que no me faltara nada, les dedico esto a ellos y a mi familia en general porque sin ellos no me hubiera sido posible poder lograrlo.

Ronaldo Isaías López Pagalo

AGRADECIMIENTO

De manera especial a Dios, por todas las bendiciones recibidas en cada paso que doy y por permitirme culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres y hermanos quienes han vivido esta etapa conmigo y han hechos tuyas cada una de mis derrotas y triunfos, demostrándome diariamente lo orgullosos que se sienten de mí y otorgándome la confianza para lograr cosas grandes.

A toda mi familia, por su apoyo incondicional y ayuda oportuna.

A la Universidad Politécnica Salesiana por brindarme la oportunidad de culminar mis estudios universitarios y a cada uno de los docentes que impartieron con paciencia y dedicación sus conocimientos y experiencias sobre esta hermosa carrera y en especial al Ing. Armando López Ph.D por haberme ayudado durante el desarrollo de este proyecto, ya que sin su orientación no hubiera logrado culminar con éxito el mismo.

A mi enamorado, quien ha creído en mí desde el primer día y con quien entendí que la vida no es tan difícil si la compartes con personas que te alegran los días permanentemente.

María de los Ángeles Segura Domínguez

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Jehová nuestro Dios por permitirme vivir un día más y por todo el amor que me ha demostrado en todo este tiempo.

También agradezco a mis padres por esforzarse al inculcarme principios y valores que me han ayudado a cumplir cada una de las metas que me he trazado, a ser perseverante y nunca rendirme.

A toda mi familia por su apoyo e inspiración.

A la Universidad Politécnica Salesiana por darme la oportunidad de ser parte de su familia y a los docentes que se esforzaron por trasmitirme sus conocimientos y por solventarme cada una de las dudas en especial a mi tutor al Ing. Armando López Ph.D que me ayudado a lo largo de mi carrera para que yo en estos momentos me esté graduando como un profesional en Ingeniería Industrial.

Y por último siendo de igual de importante que las personas citadas en esta sección a mi querida novia Jennifer López por su cariño, por motivarme, por sacrificar su valioso tiempo para acompañarme en este recorrido por la vida y que sea una historia bonita que pueda contarse, gracias.

Ronaldo Isaías López Pagalo

RESUMEN

Con el paso de los años los factores de protección de seguridad contra incendios para las edificaciones en general se han transformado más exigentes en base a cada ocupación, dado que hace muchos años una de las principales causas de cuantiosas pérdidas económicas fue la ausencia de sistemas contra incendios; es por ello que la finalidad de este proyecto es diseñar un diseño de extinción hidráulico contra incendios para una industria láctea de la ciudad de Guayaquil, considerando que dentro de la misma existen áreas administrativas, de proceso y bodegas varias.

En el desarrollo de este proyecto se identifica las distintas áreas de estudio de la industria en mención, terminología básica, descripción de las instalaciones, tipos de incendio, clases de fuego, descripción de almacenamientos, clasificación de riesgos y mercadería; considerando como objetivo principal la seguridad absoluta de la industria y la continuidad de esta en caso de producirse un conato de incendio.

Las bases del desarrollo de la ingeniería y diseño del sistema se encuentran desarrolladas en base a las normativas NFPA, la ley de defensa contra incendios, Constitución De La Republica Del Ecuador 2008 – Art 389 y el Registro Oficial No. 114 - Reglamento De Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios.

Con el desarrollo de los cálculos hidráulicos se obtienen los datos de diámetros de tuberías, selección de rociadores, capacidades de equipos de bombeo y volumen de reserva de agua; puntos primordiales previo a la selección de equipos, materiales y accesorios los cuales deberán ser normados y deberán contar con certificaciones para uso contra incendios, debido a que al final este proyecto presenta el presupuesto valorado referencial, el cual dará una idea de la inversión que significa instalar un sistema contra incendios.

Palabras Claves: NFPA, incendio, riesgos, industria, diseño, extinción.

ABSTRACT

Over the years, the factors of fire safety protection for buildings in general have become more demanding based on each occupation, given that many years ago one of the main causes of large economic losses was the absence of anti-fire systems fires; That is why the purpose of this project is to design a hydraulic fire extinguishing design for a dairy industry in the city of Guayaquil, considering that within it there are administrative areas, process areas and various warehouses.

In the development of this project, it's identify the different areas of study of the industry in question, basic terminology, description of the facilities, types of fires, classes of fire, description of storage, classification of risks and merchandise are identified; considering as main objective the absolute safety of the industry and its continuity in the event of a fire outbreak.

The bases of the development of the engineering and design of the system are developed based on the NFPA regulations, the fire defense law, Constitution of the Republic of Ecuador 2008 - Art 389 and the Official Registry No. 114 - Prevention Regulations, Fire Mitigation and Protection.

With the development of hydraulic calculations, data on pipe diameters, sprinkler selection, pumping equipment capacities and water reserve volume are obtained; Primary points prior to the selection of equipment, materials and accessories which must be regulated and must have certifications for use against fires, because at the end of this project presents the referential valued budget, which will give an idea of the investment that means install a fire system.

Key words: NFPA, fire, hazards, industry, design, extinction

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	20
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	21
CAPÍTULO 1	22
EL PROBLEMA.....	22
CAPÍTULO II	25
MARCO TEÓRICO	25
2.1. Antecedentes Investigativos	25
2.2. Marco Referencial Teórico.....	26
2.2.1. Química básica del fuego.....	26
2.2.2. Extinción del fuego.....	27
2.2.3. Tipos de fuego.....	28
2.2.4. Sistemas de protección	32
2.2.5. Clasificación de tipos de riesgos según la norma NFPA	33
2.2.6. Componentes de un sistema contra incendio	34
2.2.7. Métodos de cálculo para sistemas de extinción	51
CAPÍTULO III	54
MARCO METODOLÓGICO	54
3.1. Tipo de investigación	54
3.2. Diseño Del Sistema Contra Incendio a instalar basado en las normas de la NFPA.....	54
3.2.1. Descripción del área a proteger.....	54
3.2.2. Clasificación de la ocupación	55
3.2.3. Descripción de almacenamiento.....	56
3.2.4. Método de extinción a utilizar	58
3.2.5. Conexiones de mangueras	59
3.2.6. Selección del tipo de sistema de rociadores automáticos a utilizar	60
3.3 Cálculos hidráulicos.....	65
3.3.1. Cálculo del caudal requerido en la red contra incendios.....	65
3.3.2. Cálculo de la presión en la red contra incendios	73
3.4. Selección del sistema de bombeo.....	82
3.4.1. Bomba Principal	82
3.4.2. Bomba Jockey	84
3.4.3. Tableros controladores	86

3.4.4. Motor de combustión interna (diésel).....	87
3.5. Dimensionamiento de la reserva de agua contra incendios.....	90
3.5.1. Características de los tanques de reserva de agua contra incendios	90
3.5.2. Placa anti- vórtice.....	91
CAPITULO 4	92
RESULTADOS	92
4.1. Resultado del diseño del sistema contra incendios.....	92
4.2. Costo de Inversión	92
4.2.1. Análisis de costos directos	93
4.2.2. Análisis de costos indirectos	98
4.2.3. Presupuesto referencial del proyecto.....	99
4.3 Plan De Mantenimiento preventivo y pruebas del sistema según la Norma NFPA 25.....	99
4.3.1 Responsabilidad del personal asignado	99
4.3.2. Notificación de apagado o prueba del sistema.....	100
4.3.3. Frecuencias de las tareas de inspección, prueba y mantenimiento	100
4.3.4. Registros.....	101
4.3.5. Plan de mantenimiento del reservorio/ tanque de almacenamiento de agua	101
4.3.6. Plan de mantenimiento del equipo de bombeo contra incendios	102
4.3.7. Plan de mantenimiento del sistema de montantes y mangueras	108
4.3.8. Plan de mantenimiento del sistema de rociadores automáticos de agua.....	112
4.3.9. Plan de mantenimiento de las válvulas y componentes.....	116
CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES.....	123
BIBLIOGRAFÍA.....	124
ANEXOS	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tetraedro de fuego.....	27
Figura 2 Incendio Clase A	29
Figura 3 Incendio Clase B	29
Figura 4 Incendio Clase C	30
Figura 5 Incendio Clase D	31
Figura 6 Incendio Clase K	31
Figura 7 Tanques elevados	35
Figura 8 Tipos de rociadores contra incendio	35
Figura 9 Gabinete Clase III.....	39
Figura 10 Curva Característica de la bomba.....	41
Figura 11 Válvulas de alivio	45
Figura 12 Válvula de control	45
Figura 13 Válvula de manguera.....	46
Figura 14 Válvulas automáticas de escape de aire.....	46
Figura 15 Colgantes convencionales	49
Figura 16 Curvas área/ densidad.....	52
Figura 17 Distribución de áreas de la industria	55
Figura 18 Distribución de gabinetes contra incendio.....	60
Figura 19 Rociador factor K 5.6 de respuesta estándar	61
Figura 20 Rociador factor K 16.8 ESFR.....	63
Figura 21 Rociador factor K 25.2 ESFR.....	64
Figura 22 Área de diseño de rociadores k 25.2.....	76
Figura 23 Área de diseño de rociadores k 16.8.....	79
Figura 24 Bomba centrífuga tipo horizontal carcaza partida.....	82
Figura 25 Curva de rendimiento de bomba centrífuga horizontal	83
Figura 26 Bomba jockey multietapas	84
Figura 27 Curva de rendimiento de bomba jockey	85
Figura 28 Tablero controlador bomba principal con motor a diésel.....	86
Figura 29 Tablero controlador bomba jockey.....	87
Figura 30 Motor de combustión interna.....	89
Figura 31 Placa anti-vortices	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tipos de rociadores	36
Tabla 2	Características de descarga de los rociadores	37
Tabla 3	Temperatura y clasificación de rociadores	38
Tabla 4	Capacidades de bombas contra incendio centrífuga	42
Tabla 5	Clases de tubería vertical	44
Tabla 6	Materiales y dimensiones de tubos o cañería	47
Tabla 7	Materiales y dimensiones de uniones	48
Tabla 8	Requisitos de suministro de agua para sistemas de rociadores	51
Tabla 9	Requisito adicional de caudal de manguera según su riesgo.	52
Tabla 10	Áreas de la industria láctea	54
Tabla 11	Clasificación de mercancía en bodega de materia prima	56
Tabla 12	Características de la bodega de materia prima	57
Tabla 13	Clasificación de mercancía en bodega de empaque	57
Tabla 14	Características de la bodega de empaque	57
Tabla 15	Clasificación de mercancía en bodega de producto terminado	58
Tabla 16	Características de la bodega de producto terminado	58
Tabla 17	Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores para riesgo leve	62
Tabla 18	Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores para áreas de almacenamiento con rociadores ESFR	65
Tabla 19	Asignación de chorro de mangueras para áreas administrativas	67
Tabla 20	Resumen de diseño para áreas administrativas	67
Tabla 21	Asignación de chorro de mangueras para áreas de almacenamiento	68
Tabla 22	Protección con rociadores ESFR del almacenamiento de mercancías de Clase I a Clase IV en palés y en apilamientos compactos	69
Tabla 23	Resumen de diseño para bodega de materia prima	70
Tabla 24	Protección con rociadores ESFR de mercancías de plástico del Grupo A en palés y en apilamientos compactos	71
Tabla 25	Resumen de diseño para bodega de empaque	72
Tabla 26	Resumen de diseño para bodega de producto terminado	72
Tabla 27	Valores C de Hazen - Williams	73
Tabla 28	Dimensiones de tuberías de acero	74
Tabla 29	Tabla de longitudes equivalentes de tuberías de acero de cédula 40	75
Tabla 30	Rubros de materiales, equipos y accesorios	93
Tabla 31	Costos de mano de obra	97
Tabla 32	Costos indirectos	98
Tabla 33	Costo total del proyecto	99
Tabla 34	Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de tanques de almacenamiento de agua	102
Tabla 35	Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de bombas contra incendios	103
Tabla 36	Observaciones – Antes del bombeo	104
Tabla 37	Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de montantes y de manguera	109
Tabla 38	Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de rociadores	113

Tabla 39 Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de válvulas, componentes de válvulas y guarniciones

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha técnica rociador k 5.6	126
Anexo 2 Ficha técnica rociador k 16.8	131
Anexo 3 Ficha técnica rociador k 25	139
Anexo 4 Ficha técnica de la bomba principal.....	143
Anexo 5 Ficha técnica de la bomba jockey	144
Anexo 6 Plano del diseño del sistema contra incendios	147
Anexo 7 Plano de detalles del sistema contra incendios	148

ABREVIATURAS

Q_i = caudal imaginario

Q = caudal

Q_{total} = caudal total

dd = densidad de diseño

K = Constante de descarga

P = presión

A_d = área de diseño

A (roc) = área del rociador

L = Litros

gpm/ft^2 = Galones por minuto / pies cuadrados

gpm = Galones por minuto

PSI = Libra de fuerza por pulgada cuadrada

HP = Caballos de fuerza

p = Resistencia a la fricción

$ESFR$ = Early Suppression Fast Response

TDH : Altura dinámica (carga de trabajo de la bomba)

ρ : Densidad del agua

g : Gravedad

RPM = Revoluciones por minuto

P (teórica) = Potencia teórica del motor

P (real) = Potencia real del motor

kW = Kilo watts

m = metros

INTRODUCCIÓN

En una industria láctea donde existen áreas de producción, áreas de materia prima, almacenamiento de material de empaque y almacenamiento de producto terminado, se encuentran presentes distintos riesgos de incendio, considerando que incendio es una ocurrencia de fuego no controlada que puede incinerar algo que no está destinado a quemarse. (Kennedy, 2018). A su vez es una de las amenazas más peligrosas y alarmantes para los ocupantes y propietarios de cualquier edificación ya que como es de conocimiento, los incendios son la segunda causa de muertes en las edificaciones, después de los derrumbamientos. (RODRIGUEZ).

El presente estudio tiene como finalidad diseñar un sistema contra incendios, basándose estrictamente en los requisitos que exige la NFPA, cuyas siglas en inglés significan National Fire Protection Association y las normativas vigentes para este tipo de industria, de tal manera que se pueda cubrir la necesidad de reacción en las distintas áreas y sectores de la misma, contemplando un sistema totalmente normado.

El diseño abarca desde el reservorio de almacenamiento de agua para la red, equipos de bombeo, red hidráulica, bocatomas o llaves de incendio, conexiones para bomberos y supresión automática (rociadores/ sprinkler).

Para mejorar la factibilidad del proyecto, se presenta el análisis de costos considerando la inversión total del proyecto desde la ingeniería hasta la instalación y puesta en marcha. Finalmente se presentan recomendaciones para una adecuada inspección, prueba y mantenimiento, a fin de asegurar la operatividad y el adecuado funcionamiento del sistema contra incendio diseñado.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

NFPA: La National Fire Protection Association (NFPA) es la fuente de códigos y normas que gobiernan la industria de protección contra incendios y seguridad humana.

Factory mutual (FM): Es una mutual que ofrece seguros a la propiedad y clientes comerciales e industriales alrededor del mundo, y es reconocida como líder en la industria aseguradora.

Underwriters Laboratories (UL): Es una organización líder independiente que prueba y certifica la seguridad del producto. Cada año, la compañía examina más de 19,000 tipos de productos, componentes, materiales y sistemas.

Aprobado: Aceptable para la autoridad competente.

ASTM: Siglas de la asociación americana para pruebas de materiales.

Calor: Es la manifestación de la energía liberada por cualquier cuerpo, que se somete a condiciones de combustión.

Unidad de bomba contra incendio: Una unidad ensamblada que consta de una bomba contra incendio, un motor, un controlador y accesorios

Presión nominal: La presión neta (presión diferencial) con flujo y velocidad nominales, según lo indicado en la placa de identificación del fabricante.

Riesgo: La conjugación de probabilidades y consecuencias que resulten en un posible evento no deseado asociado con una facilidad o proceso particular.

Caudal: Es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal) por unidad de tiempo.

Peligro: Condición que presenta el potencial de perjuicio o daño a las personas, propiedad, entorno ambiental, misión o patrimonio cultural.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

La industria láctea como tal cuenta con áreas de producción, áreas administrativas, bodegas, zonas de despacho y cámaras de frío, lo que da un área total de construcción de 13470.86 m². Por lo cual se necesita que la edificación en general sea protegida con un sistema de extinción de incendios basado en la normativa NFPA que permita la completa seguridad de cada una de las personas que se encuentren dentro del predio en el momento de un conato, tales como: personal de nómina en turno, contratistas y visitantes externos, así mismo como prevalecer la seguridad de cada uno de los bienes o activos que la conforman, evitando de esta forma la paralización de las funciones de esta industria que se enfoca en la producción diaria de productos perecibles (lácteos) que son distribuidos diariamente a nivel nacional.

Cuando las edificaciones se encuentran en etapa de proyecto, se considera dentro de las proyecciones de gastos las distintas ingenierías que pertenecen al amplio campo de la construcción tales como: civil, eléctrica, electrónica, mecánica (climatización), voz y datos, arquitecturas y acabados; pero no se toma en cuenta la ingeniería de incendios, la cual es primordial ya que es la única rama que ayudará a salvaguardar vidas y mantener la operatividad del negocio; el problema radica en que la mayoría de casos solicitan la implementación de los sistemas contra incendios cuando la autoridad competente (Cuerpo de Bomberos) les exige las mismas para poder tramitar los respectivos permisos de funcionamiento y certificados de Inspección, porque de lo contrario no podrían operar de forma reglamentaria o comúnmente cuando las empresas de seguros les exigen que tengan estos sistemas instalados, de lo contrario se les indica que no se encuentran cubiertas las pérdidas o daños materiales causados a los bienes asegurados, como consecuencia directa de incendio, impacto de rayo, etc., lo que ciertamente no conviene en el campo industrial ya que un incendio por el tipo de riesgo presente podría costar millones de dólares que no se tienen contemplados en el ejercicio de egresos anuales.

1.2. Justificación del Problema.

La industria láctea en mención pertenece a un grupo de empresas a nivel nacional que ha recibido varios reconocimientos por su aporte en Ecuador por la prevención de riesgos laborales, ya que se enfocan en dar soporte técnico y científico a las empresas del país, para contribuir a la preservación de la salud de la población trabajadora, el ambiente y en general los recursos productivos, y con ello al mejoramiento continuo de la productividad mediante: productos y materiales de apoyo, acciones de difusión de información, asistencia técnica, normalización, certificación y formación especializadas.

Es por ello que para esta empresa es fundamental implementar un sistema de extinción de incendios que cumpla con todos los parámetros establecidos dentro de las normativas correspondientes y exigencias de la autoridad competente, que permita brindar seguridad a cada una de las personas que se encuentren dentro de la industria.

La ingeniería de incendios debe estar fundamentada en la normativa NFPA y en el Registro Oficial No. 114.

1.2.1. Grupo Objetivo (Beneficiarios)

Los principales beneficiarios en la elaboración del diseño hidráulico del sistema de extinción contra incendios son los autores de este proyecto técnico, ya que por medio de este podrán obtener el título de Ingeniero Industrial, con la ayuda de los conocimientos que han sido adquiridos a lo largo de su formación profesional y las continuas investigaciones que se han realizado en el desarrollo de este proyecto.

El sector industrial en general, en especial la industria láctea de la ciudad de Guayaquil, ya que contarían con un diseño práctico y adecuado de protección contra incendios, considerando cada una de las áreas y los distintos riesgos presentados dentro de toda la edificación, de tal forma que se garantice la total seguridad del bien humano que es el activo más valioso dentro de la compañía, lo que permitirá que este se sienta en un ambiente laboral adecuado y óptimo para realizar sus funciones en total confianza.

1.3. Delimitación

1.3.1. Delimitación Temporal

El tiempo de duración establecido será de seis meses a partir de la aprobación de este proyecto técnico y en cuyo tiempo se logrará diseñar el sistema de extinción contra incendios a fin de poder proteger la industria como tal de todos los riesgos presentes según su ocupación.

1.3.2. Delimitación Académica

Para el desarrollo de este proyecto se requiere la orientación de varios conocimientos adquiridos de las materias presentadas en la malla de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica Salesiana, Sede Guayaquil.

- Técnicas de Investigación
- Dibujo
- Contabilidad de costos
- Principios administrativos
- Ingeniería de métodos
- Mantenimiento
- Finanzas a corto y largo plazo
- Transferencia de calor y fluidos
- Administración de Proyectos
- Control y presupuestación

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar un sistema contra incendios en base a los estándares de la normativa NFPA, para una industria láctea de la ciudad de Guayaquil, de tal manera que se garantice la seguridad absoluta de la industria y la continuidad de esta en caso de producirse un conato de incendio.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar los diferentes tipos de riesgo y ocupaciones dentro de la industria.
- Elaborar los cálculos hidráulicos correspondientes en gabinetes y rociadores automáticos de incendio.
- Dimensionar y seleccionar los equipos de bombeo adecuados de tal manera que satisfaga la presión y caudal que requiere el sistema de extinción en general, para que su funcionamiento sea óptimo frente a un incendio.
- Elaborar la estimación económica proyectada para la implementación del sistema contra incendios, desde su diseño hasta la puesta en marcha de todos los equipos.

1.5. Propuesta de solución.

Para poder brindar una respuesta rápida, eficaz y confiable frente a un incendio dentro del sector industrial, como la empresa planteada para este proyecto, se deben aplicar los siguientes pasos:

Zonificar cada una de las áreas dentro de la industria, clasificando e identificando cuales poseen más probabilidades de incendio e índices más elevados de combustibilidad, una vez realizado aquello, analizar cada riesgo dentro de los parámetros establecido de la NFPA 13, tomando en cuenta los cálculos de área/densidad, criterios de almacenamiento y cada ocupación respectiva a fin de diseñar un sistema que proteja hasta las áreas más remotas dentro de la industria.

Proponer dentro del proyecto investigativo materiales y equipos totalmente normados tal y como lo establece la normativa NFPA, es decir con certificación UL y aprobación FM, a fin de garantizar la operatividad optima del sistema de extinción en general, así mismo la seguridad de cada una de las personas que se encuentran en sitio.

Para que un sistema de extinción de incendios se mantenga en buen estado una vez instalado se deberá realizar frecuentes mantenimientos en cada uno de sus componentes, tales como: equipos de bombeo, tanque de reserva, tuberías de conexión, válvulas del sistema, mangueras, etc., es por ello que se prevé plantear un plan de mantenimiento del sistema de extinción del proyecto, a fin de asegurar la completa operatividad de estos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Investigativos

“La historia inicial de la ingeniería de protección contra incendios se tiene que remontar a la antigua Roma, donde el emperador romano Nerón mandó escribir un Código Constructivo en el que se requería la utilización de materiales resistentes al fuego en las paredes exteriores a las viviendas. Más tarde, en el siglo XII en Londres, se encuentran regulaciones que requerían la construcción de paredes de piedra de 90 cm de ancho y 4,90 de altura entre edificaciones, con el objetivo de ser barreras corta fuegos. Pero no fue hasta la revolución industrial en Gran Bretaña en el siglo XVIII y más tarde en los EE.UU. en el siglo XIX, cuando se cambia la cara de la ingeniería de protección contra incendios. En esas épocas, se inicia la construcción de fábricas de pisos múltiples, bodegas de gran tamaño, edificios altos y procesos industriales muy riesgosos, los cuales hacen evidente el desarrollo de nuevas tecnologías de protección contra incendios. Fue en el noroeste de EE.UU., a finales del Siglo XIX, luego de varios espectaculares incendios que nace la NFPA, los seguros contra incendios y la ingeniería moderna en protección contra incendios” (NFPAJLA, 2015).

En la década de 1850 aparece por primera ocasión el sistema de rociadores, como tramos de tubería perforada que se activaron manualmente, estos tipos de sistemas se instalaron preferentemente en edificios de fábricas aproximadamente en el año de 1880. En 1874, Henry S, Parmalee, de New Haven, Connecticut, obtuvo la patente estadounidense No 154076 para un aspersor automático y en ese mismo año, instaló el sistema de rociadores contra incendios en la fábrica de pianos que poseía. Con la introducción del primer rociador automático accionado por calor verdadero, conocido como la cabeza Parmalee, en 1878 nació el Sistema de rociadores automáticos, tal como se lo conoce hoy.

Debido a los incendios devastadores que cobraron grandes pérdidas humanas, los funcionarios de bomberos y construcción buscaron un medio para proporcionar seguridad vital a los ocupantes de los edificios, descubrieron que las fábricas y otros edificios, equipados con rociadores automáticos tenían un récord de seguridad de vida increíblemente bueno, en comparación con edificios similares sin rociadores, y así amaneció la nueva era de proporcionar rociadores en edificios comerciales., estándares y también recopila registros sobre incendios en edificios protegidos con sistemas de extinción de incendios. Las estadísticas de la NFPA, muestran que los sistemas de rociadores diseñados adecuadamente, rara vez no logran controlar la propagación o extinción de incendio, la causa principal de la falla del sistema de rociadores, es un suministro de agua inadecuado debido a sistemas mal diseñados o válvulas de control de agua cerradas. Las normas NFPA se refieren a la autoridad competente, que es la organización o el individuo responsable de aprobar los equipos, materiales, instalaciones y procedimientos.” (NFPAJLA, 2015)

En abril de 1979 se promulga la “Ley de Defensa Contra Incendios” en el Registro Oficial No. 815 y el Reglamento General para la aplicación de la Ley de Defensa Contra Incendios, publicado en el Registro Oficial No. 834 de mayo 17 de 1979.

“La ciudad de Guayaquil, desde los siglos XVI y XVII. Ha sufrido incendios, los que se agrega el Fuego Grande correspondiente al año 1764, fue cuando en el templo de San Agustín, una lámpara que permanecía encendida noche y día, desató la desgracia consumidora de 12 manzanas. Y dejó a 8.000 personas sin hogar. En tal tragedia, sabios ancianos guayaquileños no dejaban de recordar con lenguaje gráfico, cómo en un flagelo de infernal arrase, media ciudad desaparecía. Hasta que, por otro, se quemaba la parte salvada pocos meses antes y es aquí donde las autoridades deciden tomar medidas severas ante este tipo de siniestros La valentía de los habitantes por enfrentar los flagelos que consumían sus bienes, dio inicio a las actividades bomberiles y se denominaron los “APAGA FUEGOS” y era integrado por personas voluntarias que tenían como fin combatir los tantos incendios que afectaban a la comunidad. Sin embargo, con el tiempo, hubo la necesidad de crear una verdadera Institución bomberil organizada y dotada de recurso humano capacitado para tan loable y sin igual tarea. Fue el entonces presidente de la República, Vicente Rocafuerte, el 17 de agosto de 1835 quien creara el Cuerpo de Bomberos de Guayaquil.” (Bomberos Guayaquil, S.F.)

2.2. Marco Referencial Teórico.

2.2.1. Química básica del fuego.

Oxígeno. - Normalmente el fuego requiere un 16% de oxígeno y un máximo de 21%, en las mezclas inferiores el fuego entra en un estado latente que se extinguirá por falta de oxígeno.

Calor. - El calor es el elemento más importante del producto de combustión para la propagación de fuego, permitiendo que otros materiales emitan vapores inflamables que combinados con el oxígeno forman una mezcla explosiva.

Combustible. - Los materiales combustibles se encuentran en tres estados: • Sólidos: Madera, papel, tela, carbón, etc. • Líquidos: Gasolina, alcohol, diésel, etc. • Gaseoso: Propano, butano, hidrogeno, metano, etc.

Reacción en cadena. - Esta es una reacción autosuficiente que produce energía o productos que pueden causar reacciones ulteriores de la misma clase

Figura 1 Tetraedro de fuego



Fuente: Tomada de Hipólito, L (2019). Diseño del sistema hidráulico contra incendio para el condominio “Janon” aplicando la norma NFPA 13 y 14, [Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil]. DSpace: Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/46041>

2.2.2. Extinción del fuego

Son cuatro métodos de extinción de incendios disponibles y son:

- A. Eliminación Combustible
- B. Sofocación Comburente
- C. Enfriamiento Energía
- D. Inhibición Reacción en cadena

A. Eliminación del combustible

El fuego precisa para su mantenimiento de nuevo combustible que lo alimente. Si el combustible es eliminado de las proximidades de la zona de fuego, este se extingue al consumirse los combustibles en ignición. Esto puede conseguirse:

Directamente cortando el flujo a la zona de fuego de gases o líquidos, o bien quitando sólidos o recipientes que contengan líquidos o gases, de las proximidades de la zona de fuego.

Indirectamente refrigerando los combustibles alrededor de la zona de fuego.

B. Sofocación

La combustión consume grandes cantidades de oxígeno; precisa por tanto de la afluencia de oxígeno fresco a la zona de fuego. Esto puede evitarse:

Por ruptura de contacto combustible-aire recubriendo el combustible con un material incombustible (manta ignífuga, arena, espuma, polvo, tapa de sartén, etc.) Año: 1984 Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la

pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

Dificultando el acceso de oxígeno fresco a la zona de fuego cerrando puertas y ventanas.

Por dilución de la mezcla proyectando un gas inerte (N₂ ó CO₂) en suficiente cantidad para que la concentración de oxígeno disminuya por debajo de la concentración mínima necesaria. Se consigue el mismo efecto, pero con menor efectividad proyectando agua sobre el fuego, que al evaporarse disminuirá la concentración de oxígeno (más efectivo si es pulverizada)

C. Enfriamiento

De la energía desprendida en la combustión, parte es disipada en el ambiente y parte inflama nuevos combustibles propagando el incendio. La eliminación de tal energía supondría la extinción del incendio. Esto puede conseguirse arrojando sobre el fuego sustancias que por descomposición o cambio de estado absorban energía. El agua o su mezcla con aditivos, es prácticamente el único agente capaz de enfriar notablemente los fuegos, sobre todo si se emplea pulverizada.

D. Inhibición

Las reacciones de combustión progresan a nivel atómico por un mecanismo de radicales libres. Si los radicales libres formados son neutralizados, antes de su reunificación en los productos de combustión, la reacción se detiene. Los halones son los agentes extintores cuya descomposición térmica provoca la inhibición química de la reacción en cadena. Algunos autores postulan, que el gran efecto extintor sobre las llamas del polvo, es debido a una inhibición física por la separación espacial de los radicales libres, que provocan las minúsculas partículas de polvo proyectadas. (Muñoz, 2015)

2.2.3. Tipos de fuego

Clases de Fuego. - Según la norma NFPA 10:5.2 (Ed.2013); Existen cinco clases de fuego identificadas:

Fuegos de Clase A: Combustibles sólidos, generalmente de tipo orgánico, cuya combustión tiene lugar por la acumulación de brasas y sólidos de alto punto de fusión, (madera, papel, tejido, etc.)

Figura 2 Incendio Clase A



Fuente: Tomada de Hipólito, L (2019). Diseño del sistema hidráulico contra incendio para el condominio “Janon” aplicando la norma NFPA 13 y 14, [Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil]. DSpace: Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/46041>

Fuegos de Clase B: Son fuegos de líquidos combustibles, grasas, pinturas, aceites, ceras, gases, nafta, solventes, etc.

Figura 3 Incendio Clase B



Fuente: Tomada de Hipólito, L (2019). Diseño del sistema hidráulico contra incendio para el condominio “Janon” aplicando la norma NFPA 13 y 14, [Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil]. DSpace: Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/46041>

Fuegos de Clase C: Combustibles gaseosos (propano, butano, acetileno, gas ciudad, etc., corresponde también a instalaciones eléctricas o equipos energizados.

Figura 4 Incendio Clase C



Fuente: Tomada de Hipólito, L (2019). Diseño del sistema hidráulico contra incendio para el condominio “Janon” aplicando la norma NFPA 13 y 14, [Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil]. DSpace: Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/46041>

Fuegos de Clase D: Son fuegos de metales y químicos combustibles (magnesio, titanio, sodios, etc.)

Figura 5 Incendio Clase D



Fuente: Tomada de Hipólito, L (2019). Diseño del sistema hidráulico contra incendio para el condominio “Janon” aplicando la norma NFPA 13 y 14[Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil]. DSpace: Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/46041>

Fuegos de Clase K: Son incendios de artefactos de cocina que involucran combustibles para cocinar (aceites y grasas vegetales o animales). (Flore, 2018)

Figura 6 Incendio Clase K



Fuente: Tomada de Hipólito, L (2019). Diseño del sistema hidráulico contra incendio para el condominio “Janon” aplicando la norma NFPA 13 y 14[Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil]. DSpace: Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/46041>

2.2.4. Sistemas de protección

Los sistemas de protección contra incendios: constituyen un conjunto de equipamientos diversos integrados en la estructura de los edificios, actualmente, las características de estos sistemas están regulados por el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SI. Diseño de la investigación 13 Seguridad en caso de incendio. La protección contra incendios se basa en dos tipos de medidas.

2.2.4.1. Normas de protección contra incendios

Los códigos descritos por la NFPA (National Fire Protection Association) han sido realizados con la finalidad de reducir el número de incendios, flagelos u otros riesgos que afectan a la calidad de vida y la industria. La aplicación de esta normativa dentro del proceso de ingeniería es fundamental en un proyecto para el adecuado diseño, la instalación y pruebas de aceptación del sistema. A continuación, se lista ciertos códigos que a lo largo de este proyecto serán nombrados.

NFPA 1 Código uniforme de seguridad para sistema contra incendios

NFPA 13 Norma para la instalación de sistemas de rociadores

NFPA 14 Norma para la instalación de sistemas de tubería vertical y mangueras.

NFPA 20 Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección contra Incendios

NFPA 22 Norma para tanques de almacenamiento de agua de sistema de incendios para una red privada.

NFPA 25 Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección contra Incendios a Base de Agua.

2.2.4.2. Sistemas pasivos

Son medidas que tratan de minimizar los efectos dañinos del incendio una vez que este se ha producido. Básicamente están encaminadas a limitar la distribución de llamas y humo a lo largo del edificio y a permitir la evacuación ordenada y rápida del mismo. Algunos ejemplos de estas medidas son: 1.-Compuertas en conductos de aire. 2.-Recubrimiento de las estructuras (para maximizar el tiempo antes del colapso por la deformación por temperatura). 3.-Puertas cortafuegos. 4.-Dimensiones y características de las vías de evacuación. 5.-Señalizaciones e iluminación de emergencia. (HIPÓLITO, 2019)

2.2.4.3. Sistemas activos

Son medidas diseñadas para asegurar la extinción de cualquier conato de incendio lo más rápidamente posible y evitar así su extensión en el edificio. Dentro de este apartado se han de considerar dos tipos de medidas: a) Medidas de detección de incendios, que suelen estar basadas en la detección de humos (iónicos u ópticos) o de aumento de temperatura. b) Medidas de extinción de incendios, que pueden ser manuales o automáticos: Manuales: Extintores, Bocas de incendio equipadas (BIE),

Hidrantes, Columna seca. Automáticos: Dotados de sistemas de diversos productos para extinción: Agua (Sprinkler, cortinas de agua, espumas, agua pulverizada). Gases (Halones (actualmente en desuso), dióxido de carbono). Polvo (Normal o polivalente). (HIPÓLITO, 2019)

2.2.5. Clasificación de tipos de riesgos según la norma NFPA

Según norma NFPA 13 por el tipo de ocupación se presentan los siguientes riesgos que se refieren únicamente a los requisitos de diseño, instalación y abastecimiento de agua de los rociadores.

La clasificación de las ocupaciones no deberá pretender ser una clasificación general de los riesgos de ocupación.

Ocupaciones de riesgo ligero. Las ocupaciones de riesgo ligero deberán definirse como las ocupaciones o parte de otras ocupaciones donde la cantidad y/o combustibilidad de los contenidos es baja, y se esperan incendios con bajos índices de liberación de calor.

Ocupaciones de riesgo ordinario.

Riesgo ordinario (Grupo 1): Las ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 1) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la combustibilidad es baja, la cantidad de combustibles es moderada, las pilas de almacenamiento de combustibles no superan los 8 pies (2,4 m), y se esperan incendios con un índice de liberación de calor moderado.

Riesgo ordinario (Grupo 2): Las ocupaciones de riesgo ordinario (grupo 2) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos es de moderada a alta, donde las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor moderado no superan los 12 pies (3,66 m), y las pilas de almacenamiento de contenidos con un índice de liberación de calor no superan los 8 pies (2,4 m).

Ocupaciones de riesgo extra.

Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 1): Las ocupaciones de riesgo extra (grupo 1) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones donde la cantidad y combustibilidad de los contenidos son muy altas y hay presentes polvos, pelusas y otros materiales, que introducen la probabilidad de incendios que se desarrollan rápidamente con elevados índices de calor, pero con poco o ningún líquido inflamable o combustible.

Ocupaciones de riesgo extra (Grupo 2): Las ocupaciones de riesgo extra (grupo 2) deberán definirse como las ocupaciones o partes de otras ocupaciones con cantidades desde moderada hasta considerables de líquidos inflamables o combustibles, u ocupaciones donde el escudados de los combustibles es extenso. (National Fire Protection Association, 2019)

2.2.6. Componentes de un sistema contra incendio

Pese a que la diversidad de los sistemas contra incendio es muy amplia, hay componentes generales que son comunes a la mayoría de los sistemas hidráulicos contra incendio. Entre ellos se encuentran:

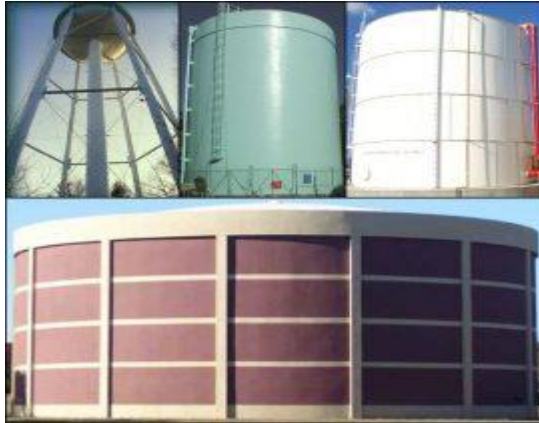
- Reservorio de agua
- Bomba de sistema contra incendios
- Gabinetes de incendio
- Rociadores automáticos de agua
- Tubería de distribución

2.2.6.1. Reserva de agua

Es de vital importancia en un sistema contra incendio el abastecimiento del agua, debido a que, si no existiera un correcto abastecimiento, el sistema no marcharía, o marcharía de forma deficiente. “Las fuentes de suministro pueden venir de lagos, ríos, presas, aguas subterráneas, etc., estos suministros se utilizan cuando están cerca de las edificaciones a proteger, en caso de que no sea así, se utilizan cisternas construidas y alimentadas por la red de agua municipal, esta fuente de suministro la podemos considerar como indirecta. Estos depósitos de agua (cisternas), deben de cumplir con las siguientes características para que sean aceptados como suministros de agua para un sistema contra incendios:

- Suministro principal de alimentación
- Agua a presión de la red estatal
- Tanque por gravedad
- Reservorio de almacenamiento con una o varias bombas (Goya, 2019, p. 28).

Figura 7 Tanques elevados



Fuente: Tomada de Ybirma, 2019

2.2.6.2. Rociadores

Es un dispositivo conectado a un ramal de tubería, por medio del cual se logra la aspersión del agua o espuma. Conocido en inglés como “sprinkler”.

- Rociador Abierto. - Es un rociador que no posee unión fusible, por lo que el orificio de descarga está siempre abierto.
- Rociador Cerrado. - Es un rociador diseñado para abrirse automáticamente por la operación de un elemento fusible, el cual mantiene cerrado el orificio de descarga.

Figura 8 Tipos de rociadores contra incendio



Fuente: Tomada de Mendoza, R.(2019). Propuesta para la automatización de sistema contra incendio de rociadores para bobinas de papel en una empresa de impresión y medios de comunicación. [Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador]. DSpace: Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18096>

Tabla 1 Tipos de rociadores

Sistema anticongelante	Sistema de rociadores de tubería húmeda, que emplea rociadores automáticos que emplea rociadores automáticos conectados a un sistema de tubería que contiene una solución anticongelante y está conectado a un suministro de agua. La solución anticongelante se descarga seguida por el agua, inmediatamente después que se inicia la operación de los rociadores, abiertos por efecto del calor de un incendio.
Sistema de circulación en circuito cerrado	Sistema de rociadores de tubería húmeda, que posee conexiones ajenas a la protección contra incendios conectados a sistemas de rociadores automáticos, con tuberías dispuestas en forma de circuito cerrado, con el fin de utilizar las tuberías de los rociadores para conducir agua por calefacción o enfriamiento.
Sistema de rociadores de tubería húmeda	Es un sistema de rociadores cerrados en el cual los ramales de tubería están habitualmente repletos de agua a presión. Tras la operación del elemento fusible de uno o más rociadores, el agua es descargada inmediatamente en el área protegida. El flujo de agua por la tubería activa una alarma.
Sistema de rociadores de tubería seca	Estos sistemas se desarrollaron para evitar el problema del congelamiento del agua en sistemas de tubería húmeda, en climas fríos. Consisten en un sistema de rociadores cerrados conectados a ramales de tubería normalmente llenos de aire a presión.
Sistema de rociadores de acción-previa	La diferencia entre este sistema y el de tubería seca, es que la operación de la válvula que da paso al agua es activada por un dispositivo automático de detección de incendio independiente del elemento fusible del rociador. Ello permite que el sistema se llene de agua inmediatamente que se detecta el incendio y mucho antes que se produzca la operación del elemento fusible de un rociador.

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

Deben permitirse las siguientes orientaciones y disposiciones de rociadores para sistemas de acción previa:

- Rociadores montantes.
- Rociadores secos listados.

- Rociadores colgantes y rociadores de muro lateral instalados en codos de retorno, donde los rociadores, codo de retorno y tuberías de líneas ramales están en un área mantenida a o por encima de 40°F (4°C).
- Rociadores de muro lateral horizontal, instalado de manera que el agua no quede atrapada.
- Rociadores colgantes y rociadores de muro lateral, donde los rociadores y tuberías de líneas ramales están en un área mantenida a o por encima de 40°F (4°C), el suministro de agua es potable, y las tuberías del sistema de acción previa son de cobre o de CPVC, específicamente listadas para aplicaciones de tubería seca. (National Fire Protection Association, 2019)

2.2.6.2.1. Características de un rociador

Las características de un rociador son las que concretan su capacidad de controlar o extinguir un incendio y estas son:

- Sensibilidad térmica
- Temperatura de activación
- Diámetro de orificio
- Orientación de la instalación
- Características de la distribución del agua

En cambio, las características de descarga de los rociadores son: el factor K, la descarga relativa y la identificación de rociadores con diferentes factores K que posean distintos tamaños de orificio de detallan en la tabla 2.

Tabla 2 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

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

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

En la tabla 3 se indica la temperatura de activación normalizada de los rociadores automáticos.

Tabla 3 Temperatura y clasificación de rociadores

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

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

2.2.6.3. Gabinetes

Un gabinete contra incendios es un cajetín metálico que contiene equipamiento capaz de prestar auxilio en caso de presentarse un siniestro estos no se encuentran ubicados a más de 30 m entre sí; la normativa NFPA 14 regula la instalación y utilización de estos dispositivos. Los parámetros que se deben manejar en la implementación de gabinetes en la red contra incendios se encuentran en la NFPA 14 y a su vez se ve reflejado esta información en NTC 1669 en ella se evidencia los procedimientos a realizar para que se pueda integrar el gabinete al sistema contra incendio de la mejor manera (National Fire Protection Association, 2016).

Existen tres tipos de gabinetes, cada uno con características específicas y usos distintos. Los sistemas de gabinetes son:

Sistema clase I

Tienen una conexión para mangueras de 2 ½ pulgadas, son utilizados por personal capacitado en lucha contra el fuego como brigadas entrenadas y el cuerpo de bomberos.

Sistema clase II

Tiene una conexión para mangueras de 1 ½ pulgadas, son utilizado por personal con conocimiento básico en contención del fuego como primer auxilio en caso de emergencia.

Sistema de clase III

Tiene una conexión para mangueras de 2 ½” y una de 1 ½” por lo que son utilizados para luchar contra el fuego y como primer auxilio en caso de emergencia. A continuación, en la Figura 7 se muestra lo descrito del gabinete clase III.

Figura 9 Gabinete Clase III



Fuente: Tomada de Hipólito, L (2019). Diseño del sistema hidráulico contra incendio para el condominio “Janon” aplicando la norma NFPA 13 y 14[Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil]. DSpace: Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/46041>

Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/46041>

2.2.6.3.1. Presión mínima y caudal requerido para los gabinetes

Para referirse a los aspectos de caudal y presión de los gabinetes, será necesario distinguir cada tipo de gabinete, dado que cada tipo de sistema de gabinete maneja sus especificaciones que lo caracterizaran (National Fire Protection Association, 2016).

Sistema clase I

Para este tipo de sistema el caudal mínimo requerido será de 500 gpm (1893 L/min). La presión mínima deberá ser de 100 psi para la conexión de 2½” y de 65 psi para la conexión de 1½”.

Sistema clase II

Para este tipo de sistema el caudal mínimo requerido será de 100 gpm (379 L/min). La presión mínima deberá ser de 100 psi para la conexión de 2½” y de 65 psi para la conexión de 1½”.

Sistema clase III

Para este tipo de sistema el caudal mínimo requerido será de 500 gpm (1893 L/min). La presión mínima deberá ser de 100 psi para la conexión de 2½” y de 65 psi para la conexión de 1½”.

2.2.6.4. Estación de bombeo

Todos los parámetros para el diseño, selección, desempeño y características principales de la bomba para el sistema contra incendio, se encuentra especificado en la NFPA 20. En el momento de realizar la selección de la bomba se deberá tener en cuenta que cumpla todos los requerimientos para el diseño a desarrollar (National Fire Protection Association, 2016).

La unidad de la bomba contra incendio está conformada por una bomba, un impulsor y un controlador. La operación de la bomba siempre se deberá realizar por personal capacitado para garantizar un desempeño satisfactorio del equipo. Para su funcionamiento funcionaran como impulsores aceptables, los motores eléctricos, motores diésel, turbinas de vapor o una combinación de estos.

2.2.6.4.1. Bombas contra incendio

La característica principal que deberán satisfacer las bombas centrífugas para uso contra incendio es la de presentar una curva de presión versus caudal relativamente plana. Esto garantizará un nivel de presión estable para diferentes caudales de operación, facilitando la operación de varias bombas en paralelo.

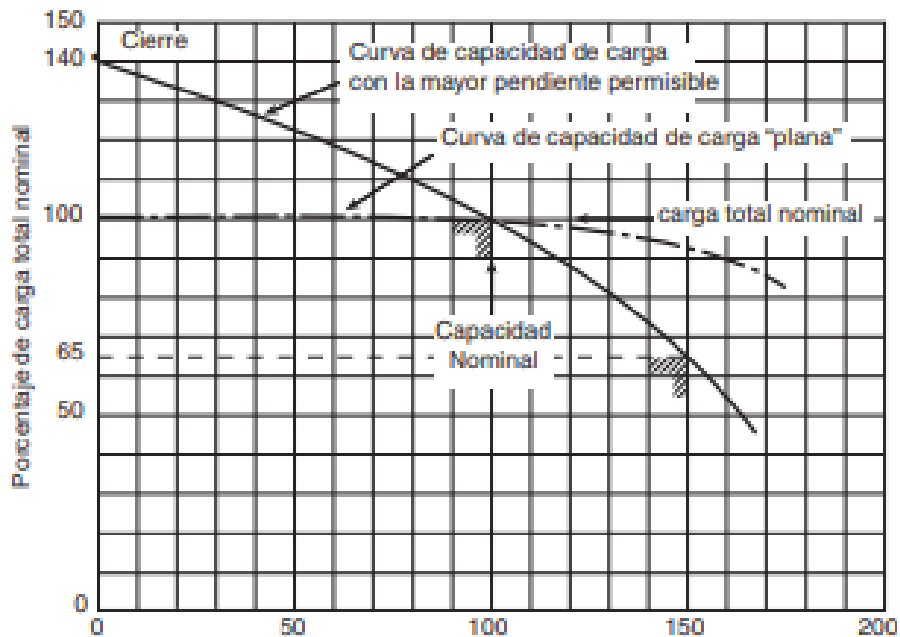
2.2.6.4.1.1. Bombas principales

Se usarán bombas centrífugas horizontales y verticales dependiendo de la altura de succión disponible desde la fuente de abastecimiento.

2.2.6.4.1.1.1. Bombas centrífugas horizontales

Las bombas centrífugas horizontales serán capaces de suministrar un ciento cincuenta por ciento (150%) de su capacidad nominal, a una presión no menor de sesenta y cinco por ciento (65%) de la presión nominal. A cero flujos, la presión no deberá exceder el ciento veinte por ciento (120%) de la presión nominal, para el caso de bombas del tipo “carcasa partida” y del ciento cuarenta por ciento (140%) en el caso de bombas del tipo longitudinal.

Figura 10 Curva Característica de la bomba



Fuente: (National Fire Protection Association, 2016)

Las bombas centrífugas horizontales podrán utilizarse bajo las siguientes condiciones

1. Cuando se disponga de una altura de succión positiva desde una fuente limitada de abastecimiento.
2. Cuando se disponga de una fuente limitada con succión positiva, que garantice un mínimo de tres (3) horas y a la vez se cuente con una fuente ilimitada con succión negativa.

2.2.6.4.1.1.2. Bombas centrífugas verticales.

Estas bombas se usarán normalmente en aquellos casos en que se tenga una altura de succión negativa. Las mismas deberán ser capaces de suministrar un ciento cincuenta por ciento (150%) de su capacidad nominal, a una presión nominal. A cero flujos, la presión no deberá exceder del ciento cuarenta por ciento (140%) de la presión nominal

Cuando el suministro de agua se encuentra ubicado por debajo de la línea central de descarga de la brida y la presión de abastecimiento de agua no es suficiente para transportar el agua a la bomba contra incendio, deberá utilizarse una bomba de tipo turbina eje vertical. Las bombas deberán proporcionar no menos del 150 por ciento de capacidad nominal a no menos de 65 por ciento de la cabeza total clasificada. Capacidad de la bomba.

Debe seleccionarse una bomba contra incendio centrífuga de modo que la mayor demanda individual de cualquier sistema de protección contra incendios conectado a la bomba sea inferior o equivalente al 150 por ciento de la capacidad nominal (caudal) de la bomba.

Tabla 4 Capacidades de bombas contra incendio centrífuga

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

Fuente: (National Fire Protection Association, 2016)

2.2.6.4.2. Motores Contra Incendio

2.2.6.4.2.1. Motores eléctricos para bombas

Todos los abastecimientos de energía deberán estar ubicados y arreglados para proteger contra el daño producido por incendios dentro de las instalaciones y riesgos de exposición. Todos los abastecimientos de energía deberán tener una capacidad de operar la bomba de incendios de manera continua. Una bomba de incendio accionada por motor eléctrico deberá ser provista de una fuente de energía normal como fuente a disposición de manera continua. La fuente de energía normal requerida deberá arreglarse de conformidad a uno de los puntos siguientes.

- Conexión de servicio dedicada a la instalación de la bomba de incendio.
- Conexión de la instalación productora de energía y sitio dedicada a la instalación de la bomba contra incendio.
- Conexión de alimentación derivada directamente del servicio dedicado a la instalación de la bomba de incendio.

Todos los motores deberán clasificarse para funcionamiento continuo. Los motores para bombas de turbina de eje vertical deberán ser del tipo inducción de caja de ardilla protegido contra goteo.

2.2.6.4.2.2. Motores a diésel para bombas

Los motores a diésel para el impulso de bombas contra incendio deberán ser del tipo ignición por compresión. No deberán utilizarse motores de combustión interna encendidos por chispa. Los motores deberán estar listados para servicio de bombas contra incendio. Deben tener una placa indicando la clasificación listada disponible en caballos de fuerza para impulsar la bomba. La capacidad de potencia del motor, cuando es equipada para el servicio de incendios, no deberá ser menos que el 10% mayor de la potencia listada en la placa del motor. Cuando se utilice un motor a diésel para

impulsar una bomba de eje horizontal, los motores deben estar conectados a las bombas de eje horizontal mediante un acoplamiento flexible o un eje de conexión flexible listado para este servicio. Cuando se utilice el motor a diésel para impulsar una bomba tipo turbina de eje vertical deberá estar conectado a las bombas de eje vertical mediante un impulsor de engranaje de ángulo recto con un eje de conexión flexible y listado que prevenga una tensión excesiva sobre el motor o el impulsor de engranajes. No se aplicará el párrafo anterior a motores diésel y turbinas de motor diseñadas y listadas para instalaciones verticales con bombas de tipo turbina de eje vertical, las que deberá permitirse que utilicen en ejes sólidos y no deberán requerir de un impulsor de engranaje de ángulo recto, pero deberán requerir de un trinquete no reversible.

2.2.6.4.3. Bomba Jockey

La bomba jockey es la encargada de mantener la red presurizada y compensar pequeñas fugas. Cuando un incendio es declarado, se abren puntos de consumo en la red y la presión de la misma comienza a disminuir. Cuando la presión de la red es inferior a la presión consigna de la bomba principal eléctrica, ésta se pone en funcionamiento de forma automática. En el caso de que exista una segunda bomba principal, ésta arrancará sólo si la demanda de agua sigue aumentando, a una presión inferior a la consigna de la primera bomba principal. Las bombas Jockey no necesitan ser listadas o aprobadas.

2.2.6.5. Tubería vertical

Tabla 5 Clases de tubería vertical

Sistemas Clase I	Un sistema de tubería vertical Clase I debe proveer conexiones de manguera de 2½ pulgadas (65 mm) para suministrar agua para uso por cuerpos de bomberos y aquellos entrenados en el manejo de chorros de incendio pesados.
Sistemas Clase II	Un sistema de tubería vertical Clase II debe proveer estaciones de manguera de suministro de agua para uso por personal entrenado de 1½ pulgadas (40 mm) o una conexión de manguera para bomberos durante la respuesta inicial.
Sistemas Clase III.	Un sistema de tubería vertical Clase III debe estar provisto de estaciones de manguera de 1½ pulgadas (40 mm) para suministrar agua para uso por personal entrenado y conexiones de manguera de 2½ pulgadas (65 mm) para suministrar un gran volumen de agua para uso por cuerpos de bomberos y aquellos entrenados en el manejo de chorros de incendio pesados.

Fuente: (National Fire Protección Association, 2013)

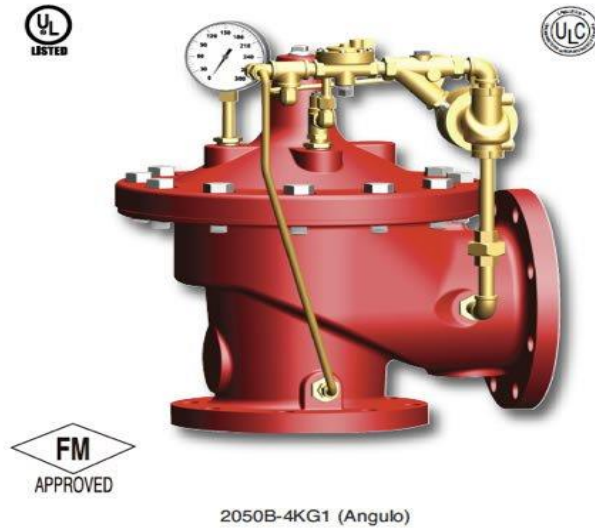
2.2.6.5.1. Válvula

Los elementos auxiliares son indispensables en el funcionamiento completo de las bombas que suministran agua para la protección de contra incendio y su provisión u omisión no debe nunca decidirse por razones de coste:

A. Válvulas de alivio

Son necesarias en la descarga de la bomba por si se produjeran presiones excesivas durante su funcionamiento. Las bombas con motor de velocidad regulable necesitan de válvulas de seguridad.

Figura 11 Válvulas de alivio

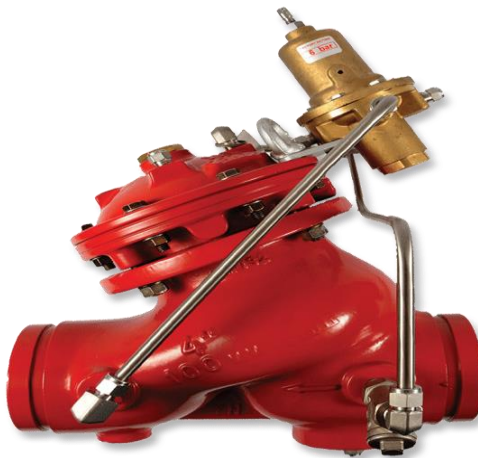


Fuente: Tomada de SCALE SA de CV

B. Válvula de control

Una válvula controladora de flujo para sistemas de protección de incendio base agua. Las válvulas de control no incluyen válvulas de manguera, válvulas de prueba por el inspector, válvulas de drenaje, conjunto de accesorios para válvulas de tubería seca, válvulas de pre-acción y de inundación, válvulas anti-retorno o válvulas de alivio.

Figura 12 Válvula de control



Fuente: Tomada Victaulic, s.f.

C. Válvula de manguera

La válvula para una conexión de manguera individual.

Figura 13 Válvula de manguera



Fuente: Tomada Shanghai Iron Man Fire Fighting Equipment Co.ñ Ltd., s.f.

D. Válvulas automáticas de escape de aire

Son necesarias en la parte superior de la caja de las bombas con mando automático o a distancia, en las bombas que se ponen en marcha solamente por medios manuales accionados dentro de la propia sala de bombas un grupo de sombrilla puede ser suficiente sin embargo es deseable disponer una salida de aire automático en todas las bombas que tiene la caja normalmente llena de agua.

Figura 14 Válvulas automáticas de escape de aire



Fuente: Tomada CLA-VAL , s.f.

2.2.6.5.2. Tubo y tubería

La tubería o tubo usado en sistemas de tubería vertical debe reunir o exceder uno de los estándares de la Tabla 6.

Tabla 6 Materiales y dimensiones de tubos o cañería

Materiales y dimensiones (Especificaciones)	Norma
Tubería ferrosa	
<i>Tubería de hierro dúctil, vaciada centrífugamente, para agua.</i>	AWWA C151
<i>Tubería de hierro dúctil con bridas roscadas de hierro dúctil o hierro gris</i>	AWWA C115
Tubería de acero soldada por resistencia eléctrica	
<i>Especificación de norma para tubería de acero soldada por resistencia eléctrica.</i>	ASTM A 135
Acero soldado y sin costuras	
<i>Especificación de norma para tubería de acero para uso en protección contra incendios, negra y revestida con zinc por inmersión en caliente (galvanizada) soldada y sin costuras</i>	ASTM A 795
Tubería de acero soldada y sin costuras	
<i>Especificación de norma para tubería, acero, negra y revestida con zinc por inmersión en caliente, soldada y sin costuras.</i>	ASTM A 53
<i>Tubería de acero forjado con y sin costura</i>	ANSI B36.10M
Tubo de cobre (Estirado, sin costuras)	
<i>Especificación de norma para tubo de cobre sin costuras</i>	ASTM B 75
<i>Especificación de norma para tubo de cobre para agua sin costuras</i>	ASTM B 88
<i>Especificación de norma por requisitos generales para tubo de cobre forjado sin costuras y aleaciones de tubo de cobre</i>	ASTM B 251
Metal de aporte para soldadura fuerte (Clasificaciones BCuP-3 o BCuP-4)	
<i>Especificación para metales de aporte para soldadura fuerte y soldadura con bronce</i>	AWS A5.8

Fuente: (National Fire Protection Association, 2013)

2.2.6.5.3. Accesorios

De acuerdo a la normativa NFPA 13 los accesorios usados en sistemas de tubería vertical deben estar basados en la Tabla 7.

Tabla 7 Materiales y dimensiones de uniones

Materiales y dimensiones	Norma
Hierro fundido	
<i>Accesorios roscados de hierro gris</i>	ANSI B16.4
<i>Bridas y accesorios bridados de tubería de hierro gris</i>	ANSI B16.1
Hierro maleable	
<i>Accesorios roscados de hierro maleable</i>	ANSI B16.3
Hierro dúctil	
<i>Accesorios de hierro dúctil y hierro gris</i>	AWWA C110
<i>Accesorios compactos de hierro dúctil para servicio de agua</i>	AWWA C153
Acero	
<i>Accesorios soldados al tope en acero forjado hechos en fábrica</i>	ANSI B16.9
<i>Terminales soldados al tope</i>	ANSI B16.25
<i>Especificación de norma para accesorios de tubería de acero forjado al carbono y acero aleado para servicio de temperatura moderada y alta</i>	ASTM A 234
<i>Bridas de tubería y accesorios bridados</i>	ANSI B.16.5
<i>Accesorios forjados, de manguito soldado y roscados</i>	ANSI B16.11

Fuente: (National Fire Protection Association, 2013)

Los accesorios deben ser de modelo extra-pesado donde las presiones excedan 175 psi (12.1 bares).

Los accesorios deben ser de tipo indicado para sistemas de rociadores, no debe reducirse el diámetro interior de la tubería por medio de manguitos.

Toda la tubería interior se instala por medio de uniones roscadas, embridadas y juntas mecánicas o acoplamientos soldados por bronce o con la debida aprobación por soldadura o con acoplamientos flexibles.

Los acoplamientos flexibles de tipo aprobado se emplean cuando sea necesaria una resistencia antisísmica, se usan en ocasiones acoplamientos, codos y tees de este tipo en las líneas ascendentes y en las principales, si su empleo proporciona alguna ventaja especial.

Entre los elementos que se emplean para sujetar el tendido de las tuberías de sistemas de rociadores tenemos los colgantes y soportes que son los elementos estructurales más seguros del edificio.

Figura 15 Colgantes convencionales



Fuente: Tomada de TEXIN Ltda., s.f.

2.2.6.5.4. Redes de distribución

Según la Norma PE-SHI-018 en su sección 5.8; la configuración del sistema de distribución de agua contra incendio consistirá en una red formada por lazos cerrados alrededor de las diferentes secciones de una instalación.

Requerimientos Generales. - En el diseño de redes de distribución deberán observarse los siguientes requerimientos:

- a. El dimensionamiento de la red principal de tuberías será el resultado del cálculo hidráulico correspondiente, considerando como caudal de diseño el requerido en la sección, o bloque con mayor demanda de una instalación. En el cálculo hidráulico, normalmente se utiliza una combinación de los métodos de Darcy Weisbach y Hazen-Williams, con $C = 120$ para tuberías de acero comercial.
- b. La velocidad del agua en las tuberías principales de la red de distribución, no será mayor de 3 m/s (10 pie/s).
- c. Las tuberías principales de la red no serán de diámetro inferior a 200 mm (8 plg), en aquellos casos en que el caudal de diseño sea superior a 227 m³/h (1000 gpm). Para caudales inferiores o iguales a 227 m³/h (1000 gpm), las tuberías principales de la red no podrán ser de un diámetro inferior a 150 mm (6 plg).

d. Las tuberías principales de la red de agua contra incendios, se tenderán a niveles del terreno, convenientemente soportados y anclados de acuerdo a normas y prácticas aprobadas de ingeniería. Las tuberías principales se enterrarán únicamente en puntos críticos, tales como cruces con carreteras o vías de acceso. Cuando se determine que las tuberías y/o ramales interiores, pueden estar sometidos a daños por incendio/explosión, serán enterrados o protegidos adecuadamente.

e. La máxima presión de trabajo admisible en cualquier punto de la red, no será mayor de $0,5 \text{ kg/cm}^2$ (150 Ib/plg^2). En este sentido y en función de la curva característica de la bomba, se requerirá el uso de válvulas de recirculación y/o alivio en la descarga de las bombas, que impidan la sobre presurización del sistema en caso de bajo caudal.

f. Las tuberías serán de acero al carbono, según ASTM A-53 Gr. B, ASTM A-106 Gr. B o API-5L Gr. B., SCH 40 como mínimo.

g. Se deberá prestar especial atención a la protección del sistema de tuberías frente a la corrosión, tanto interna como externa, particularmente en tramos enterrados, o cuando se instalen en ambientes corrosivos.

h. No se instalarán conexiones permanentes a la red de agua contra incendio, para usos diferentes al de combate de incendios.

i. En la red de agua contra incendio, se instalará el número suficiente de válvulas de seccionamiento estratégicamente ubicadas, de manera tal que puedan aislarse los diversos tramos en cada lazo de la red, para reparaciones y/o realización de trabajos de ampliación y mantenimiento. Se instalarán estas válvulas en las intersecciones y en puntos intermedios de lazos muy extensos. La ubicación de las válvulas seccionadoras se establecerá en función de los siguientes criterios: a. En la red principal no se utilizarán tuberías de longitudes mayores de 300 m (1000 pie) a las que se conecten monitores, hidrantes, sistemas de rociadores y/o sistemas de agua pulverizada, sin válvulas de seccionamiento. Ninguna sección de la instalación podrá quedar sin protección del sistema de agua contra incendio, por más de dos lados adyacentes. Los ramales de tuberías que contengan dos o más monitores, hidrantes, o sistemas de rociadores y/o agua pulverizada, deberán conectarse a dos lados diferentes del lazo principal de la red de agua contra incendio, previéndose la instalación de válvulas seccionadoras en los extremos. Las válvulas de seccionamiento serán del tipo Vástago Ascendente (OS & Y), de manera tal que sean fácilmente identificables en su posición abierta o cerrada. En aquellos casos especiales donde sea estrictamente necesario instalar válvulas de seccionamiento bajo el nivel del terreno, éstas se alojarán en cajas de cemento y deberán dotarse de poste indicador. La red de distribución deberá disponer de una cantidad suficiente de venteos y drenajes en los puntos altos y bajos, respectivamente. Estas conexiones se mantendrán normalmente cerradas con tapones roscados o bridas ciegas. En la red de agua contra incendio, podrán instalarse manómetros ubicados en sitios estratégicos, con el fin de facilitar en cualquier momento la rápida comprobación de la presión en el sistema.

j. Las tuberías de la red de agua contra incendio se pintarán de color rojo de seguridad, de acuerdo a la Norma PE-SI-O10.

2.2.7. Métodos de cálculo para sistemas de extinción

La normativa NFPA 13 ofrece métodos para calcular la demanda de agua de los sistemas de rociadores como:

- Método tabulado
- Métodos hidráulicos
- Métodos especiales.

2.2.7.1. Método tabulado

Se permite utilizar este método en ocupaciones de riesgo leve y ordinario cuando el área a proteger no supera los 5000 pie² (465 m²), en este caso se puede utilizar la tabla 5 para determinar el caudal y la presión requeridos por el sistema de extinción.

Tabla 8 Requisitos de suministro de agua para sistemas de rociadores

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

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

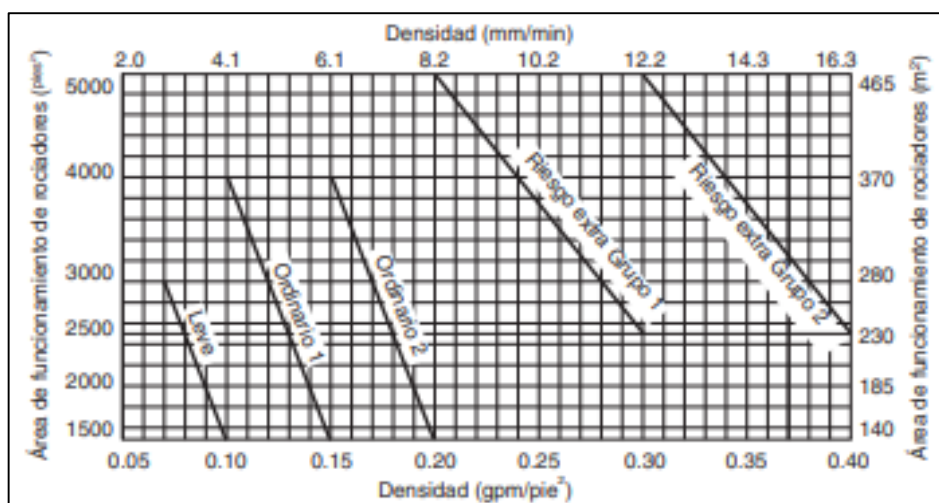
2.2.7.2. Métodos hidráulicos

La demanda de agua requerida debe ser calculada por los siguientes métodos:

2.2.7.2.1. Método área/densidad

Los requerimientos del sistema se obtienen a partir de la Figura 9, esto una vez definido el tipo de riesgo y el área a ser protegida.

Figura 16 Curvas área/ densidad



Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

2.2.7.3. Método “Por Cuarto”

“Los requisitos para el suministro de agua utilizada exclusivamente para rociadores, deben basarse en el ambiente que cree la mayor demanda posible”. (National Fire Protection Association, 2012, pág. 74) En ambos métodos “área/densidad” y “por cuarto” es necesario que al caudal dimensionado se le agregue la demanda estimada por el uso de gabinete contra incendios de acuerdo con la Tabla 6.

Tabla 9 Requisito adicional de caudal de manguera según su riesgo.

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

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

2.2.7.4. Método CMSA

Denominado método de control de incendios para aplicaciones específicas, donde el área de diseño debe ser de forma rectangular, considerando una proporción de aumento al diseño en 1.2 veces la raíz cuadrada del área a proteger por el número de sprinklers

dentro de mencionada área. El criterio de descarga para almacenamiento no limita el número de rociadores operativos dentro del análisis de cada ramal. También se debe considerar parámetros descritos en normativa para su adecuado desempeño, así como ángulo de inclinación el techo, altura, presiones de descarga, obstrucciones entre otros. (National Fire Protection Association 13, 2013, p. 362)

2.2.7.5. Método ESFR

Método supresión del fuego por respuesta rápida debido al tipo de descarga y alcance que ofrecen cierto tipo de rociadores. Se determina el área hidráulicamente más desfavorable con la operación de doce rociadores dispuestos cuatro por cada ramal. Este método de extinción no se puede aplicar en instalaciones donde exista racks con barreras sólidas, o contenidos abiertos debido a que interfieren en las coberturas de cada rociador. La limitante de este método existe también tanto en la altura del techo y almacenamiento, así como en el ángulo de inclinación de la cubierta. El tipo de descarga y las presiones que se manejan en este método se reflejan en los diámetros de tubería por los cuales se transporta el agua hacia el área de descarga.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

Para determinar el sistema de extinción contra incendios se comprueba mediante cálculo hidráulico el sistema de tuberías, accesorios y equipos que constituyen partes fundamentales de la red, se utilizó el método de análisis y de verificación, que permitió tener una información real de la situación de la industria láctea en la ciudad de Guayaquil también se usó en el proceso investigativo la aplicación de las NFPA (National Fire Protection Association) siendo esta la base para desarrollar la investigación.

Por otro lado, la investigación se realizó por la observación directa, para recolectar la información técnica (planos arquitectónicos, etc.) de la industria.

3.2. Diseño Del Sistema Contra Incendio a instalar basado en las normas de la NFPA

3.2.1. Descripción del área a proteger

El diseño del sistema contra incendios para la Industria láctea está contemplado para proteger todas las áreas de la edificación.

Actualmente la industria láctea cuenta con 11644.94 m² de construcción; los cuales se encuentran desglosados de la siguiente manera.

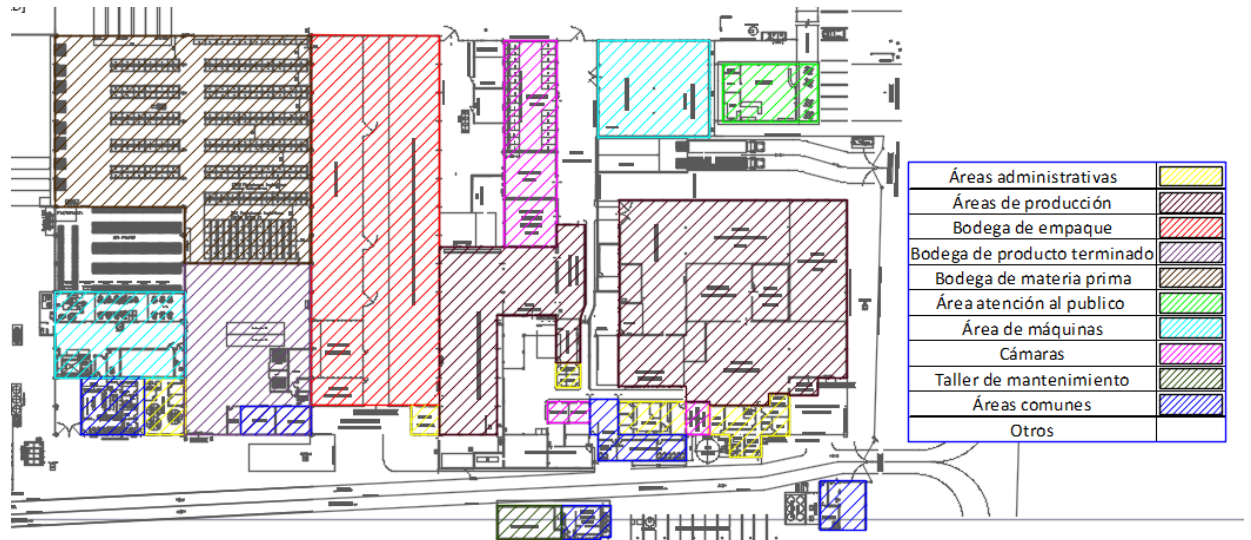
Tabla 10 Áreas de la industria láctea

Descripción	Área (m ²)
Áreas administrativas	414,70
Áreas de producción	2803,72
Bodega de empaque	2116,75
Bodega de producto terminado	959,94
Bodega de materia prima	2269,30
Área atención al público	243,88
Área de máquinas	982,29
Cámaras	653,23
Taller de mantenimiento	95,21
Áreas comunes	474,52
Otros	631,40

Fuente: Los autores

A continuación, se muestra la distribución de las áreas de la industria en el plano arquitectónico de implantación.

Figura 17 Distribución de áreas de la industria



Fuente: Los autores

3.2.2. Clasificación de la ocupación

La ocupación es el propósito para el que se utiliza o intenta utilizar un edificio u otra estructura, o parte de ellos. La NFPA 13 clasifica las ocupaciones de la siguiente manera:

- Riesgo leve
- Riesgo ordinario (grupo 1)
- Riesgo ordinario (grupo 2)
- Riesgo extra (grupo 1)
- Riesgo extra (grupo 2)

Dentro de las distintas ocupaciones de riesgo ordinario (Grupo 1) se incluyen ocupaciones con condiciones y usos similares a los siguientes:

- Estacionamientos y exposiciones de automóviles
- Panaderías
- Fabricación de bebidas
- Conserveras
- **Fabricación y procesamiento de productos lácteos**
- Plantas de productos electrónicos
- Fabricación de vidrio y productos de vidrio

- Lavanderías
- áreas de servicios de restaurantes
- Porches techados
- Salas de mecánica

A pesar de que el diseño que se está realizando es basado en una industria láctea, las clasificaciones de las ocupaciones no tienen la finalidad de ser una clasificación general de los riesgos de las ocupaciones.

En este caso no se puede considerar a esta industria láctea como una ocupación de riesgo ordinario (Grupo 1), puesto que sus actividades no son netamente la fabricación y procesamiento de productos lácteos, debido a que también cuentan con áreas que representan un mayor riesgo de incendio, debido a su grado de combustibilidad por el tipo de almacenamiento que se presentan en ciertas áreas de la industria. (National Fire Protection Association, 2019)

3.2.3. Descripción de almacenamiento

La industria láctea cuenta con 3 bodegas que contienen distintos tipos de almacenamiento.

3.2.3.1. Bodega de materia prima

En la bodega de materia prima se almacenan los distintos ingredientes o productos con los que se procesan los distintos productos lácteos o sus derivados que expende a nivel nacional esta industria.

Dentro de los productos que se almacenan en esta bodega, se tienen los siguientes: azúcar, sal, harina, cereales, manteca, frutos secos y frutas.

Basado en el listado anterior se clasifica la mercancía de la siguiente manera:

Tabla 11 Clasificación de mercancía en bodega de materia prima

Producto	Clasificación – NFPA 13
Manteca (en barra o batida para untar) o margarina (hasta 50 por ciento de aceite)	Clase III
Alimentos secos (como productos horneados, caramelos, cereales, queso, chocolate, cacao, café, granos, azúcar granulado, frutos secos, etc.); en bolsas o en cajas de cartón	Clase III
Frutas y vegetales (semilíquidos combustibles); triturados; en contenedores de plástico de hasta 5 gal (20 L)	Clase I

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

Tabla 12 Características de la bodega de materia prima

Bodega de materia prima	
Tipo de mercancía	Clase I – Clase III
Altura de almacenamiento	4.20 metros
Altura cielorraso (piso – techo)	9.00 metros
Temperatura de bodega	24 °C
Tipo de cubierta	Cubierta metálica
Tipo de almacenamiento	Apilamiento compacto sobre pallets
Tipo de envoltorio	Encapsulado

Fuente: Los autores

3.2.3.2. Bodega de empaque

En la bodega de empaque se almacena los distintos envases en donde se almacena el producto final que ofrece la industria.

Dentro de los distintos envases almacenados se tiene los siguientes: botellas, frascos y galones plásticos.

Tabla 13 Clasificación de mercancía en bodega de empaque

Producto	Clasificación – NFPA 13
Botellas o frascos PET	Clase IV
Recipientes vacíos de plástico rígido (no incluye PET), de hasta 32 oz. (1 L)	Grupo A No Expandido

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

Tabla 14 Características de la bodega de empaque

Bodega de empaque	
Tipo de mercancía	Clase IV – Plástico Grupo A No Expandido
Altura de almacenamiento	7.60 metros
Altura cielorraso (piso – techo)	12 metros
Temperatura de bodega	30 °C
Tipo de cubierta	Cubierta metálica
Tipo de almacenamiento	Almacenamiento compacto sobre pallets
Tipo de envoltorio	Encapsulado – Cajas de cartón

Fuente: Los autores

3.2.3.3. Bodega de producto terminado

En la bodega de producto terminado se almacenan los distintos tipos de productos que ya pasaron por un proceso de producción y que tiene objetivo ser destinado al consumidor final.

Al tratarse de productos lácteos, esta bodega pasa diariamente en constante movimiento por la rotación que se les dan a estos productos debido a su corto tiempo de vida útil una vez procesados.

Tabla 15 Clasificación de mercancía en bodega de producto terminado

Producto	Clasificación – NFPA 13
Leche; cualquiera sea el contenedor; almacenada en cajones de plástico sólido	Grupo A No Expandido
Leche; en contenedores de papel o botellas o frascos de plástico de hasta 5 gal (20 L)	Clase I

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

Tabla 16 Características de la bodega de producto terminado

Bodega de producto terminado	
Tipo de mercancía	Clase I – Plástico Grupo A No Expandido
Altura de almacenamiento	6.10 metros
Altura cielorraso (piso – techo)	12 metros
Temperatura de bodega	19 °C
Tipo de cubierta	Cubierta metálica
Tipo de almacenamiento	Almacenamiento compacto sobre pallets
Tipo de envoltorio	Encapsulado – Cajas de cartón

Fuente: Los autores

3.2.4. Método de extinción a utilizar

Considerando que el proyecto se basa en un diseño hidráulico y de que las áreas a proteger cuentan con un alto grado de combustibilidad, se utilizará el método de enfriamiento mediante una red de tubería húmeda, la cual contempla un suministro de agua y sistema de bombeo exclusivo para la misma.

La red contará con un sistema combinado para toda la edificación, el cual estará conformado por:

- Conexiones de manguera (toda la industria láctea)

- Rociadores automáticos de incendio (áreas administrativas, bodegas de producto terminado, de empaque y de materia prima)

3.2.5. Conexiones de mangueras

También conocidas como gabinetes contra incendios se propondrán alrededor de toda la edificación, de tal manera que todas las áreas se encuentren dentro del radio de acción de cada gabinete.

3.2.5.1. Selección de conexiones de mangueras

Se ha seleccionado un Sistema Clase III cual provee estaciones de manguera de 1½ pulgadas (40 mm) para suplir agua para uso por personal entrenado y conexiones de manguera de 2 ½ pulgadas (65 mm) para suministrar un gran volumen de agua para uso de los bomberos. (National Fire Protection Association, 2013)

3.2.5.2. Componentes de conexiones de mangueras clase III

De acuerdo a lo requerido en el Reglamento de Prevención, mitigación y protección contra incendios del ministerio de inclusión económica y social del Ecuador; las bocas de incendios equipadas (BIE) o conexiones de manguera deberán estar constituidas por:

- Válvula angular de ø1 ½” para conexión de la manguera
- Válvula angular de ø2 ½” para conexión de bomberos
- Extintor de PQS de 10 Lb
- Brazo o rack porta mangueras
- Pitón de ø 1 ½”
- Niple de ø 1 ½”
- 2 tramos de manguera plana de ø1 ½” de caucho y lona
- Cajetín para incendios de 80 x 80 x 22 cm

3.2.5.3. Consideraciones de instalación para conexiones de mangueras

Las conexiones y estaciones de manguera no deben ser obstruidas y estar ubicadas a no menos de 3 pies (0.9 m) o a más de 5 pies (1.5 m) sobre el piso. Esta dimensión debe ser medida desde el piso al centro de la válvula de manguera.

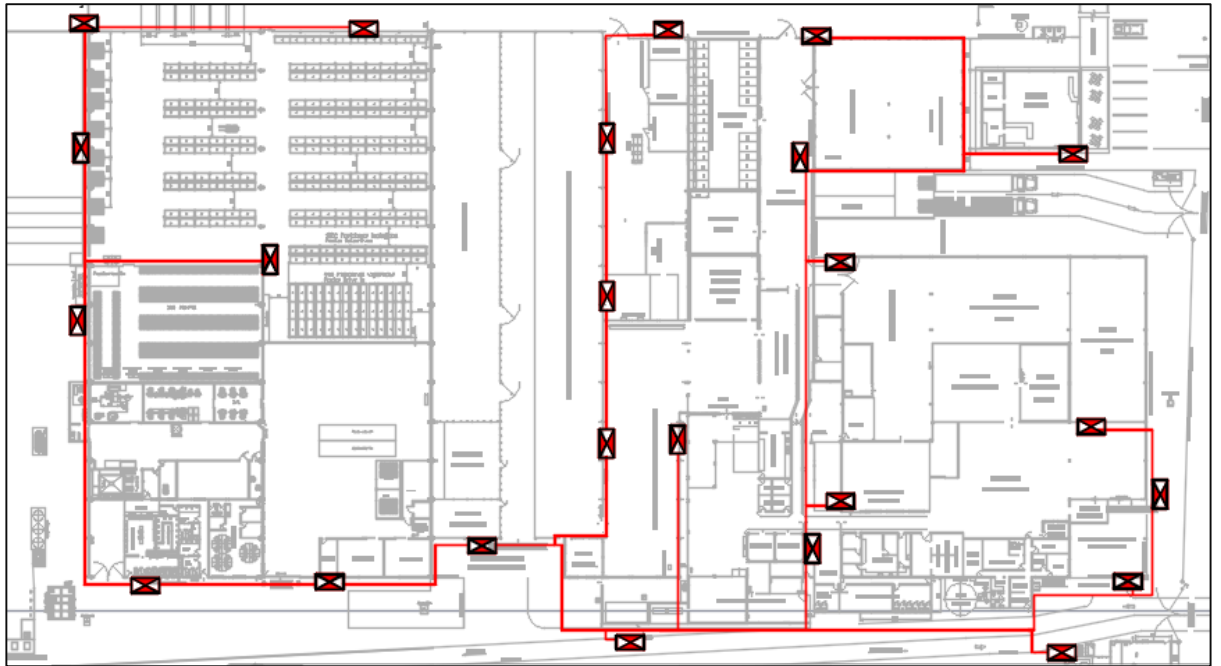
3.2.5.4. Ubicación de conexiones de manguera

En base a la NFPA 14 la distancia de recorrido entre conexiones de manguera debe ser de 200 pies (61m) para edificios con rociadores y 130 pies (39.7m) para edificios sin rociadores.

En este caso la industria láctea solo contará con sistema de rociadores en las áreas de almacenamiento y administrativas, por lo tanto, se considerará una distancia máxima de recorrido de 39.7 m entre todas las conexiones de mangueras.

Se ha previsto la instalación de veinticuatro (24 u) gabinetes en el proyecto. Los gabinetes estarán situados en lugares de fácil acceso para cubrir la demanda en el momento que se origine un conato de incendio.

Figura 18 Distribución de gabinetes contra incendio



Fuente: Los autores

3.2.6. Selección del tipo de sistema de rociadores automáticos a utilizar

En la industria láctea, las áreas que contarán con protección de rociadores automáticos de agua serán las áreas de almacenamiento (bodegas) y las áreas administrativas. Es por ello que en base al tipo de ocupación y mercancía presentes en las mismas se selecciona el rociador óptimo para suprimir o controlar un conato de incendio de ser el caso.

3.2.6.1. Rociadores para áreas administrativas

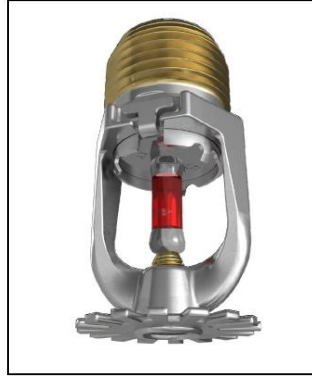
Las áreas administrativas que contempla la industria láctea tienen una ocupación de oficinas, es por ello que estas áreas se pueden diseñar en base al método de densidad/área, según el tipo de riesgo, dado que la ocupación de oficinas es considerada como RIESGO LEVE.

Los rociadores de tipo pulverizadores previstos para uso de acuerdo con las curvas de densidad/área de riesgos de la ocupación también podrían ser considerados rociadores CMDA. Sin embargo, en general no se menciona la terminología CMDA en los capítulos de la NFPA 13 que no son de almacenamiento, y este término no se usa para describir estos rociadores en los listados de productos

En este caso se utilizará rociadores de respuesta estándar con un factor K de K-5.6 (80) para todas las áreas administrativas, debido a que su densidad es de diseño es de 0.10 gpm/pie² y según NFPA 13 las aplicaciones con densidades de 0.2 gpm/pie² (8.2

mm/min) o menos, deben permitirse rociadores de respuesta estándar con un factor K de K-5.6 (80) o mayor.

Figura 19 Rociador factor K 5.6 de respuesta estándar



Fuente: Tomada de The Viking Corporation, s.f.

3.2.6.1.1. Características de rociadores para áreas administrativas

- Marca: Viking o similar
- Modelo: VK1021
- Orientación del deflector: Colgante (pendent)
- Temperatura: 68°C (155°F)
- Presión máxima: 175 psi
- Presión mínima: 7 psi
- Color: bronce o blanco
- Tamaño de rosca: ½"
- Factor K: 5.6 U. S

3.2.6.1.2. Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores para áreas administrativas

Tabla 17 Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores para riesgo leve

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección máxima		Espaciamiento máximo	
		pie ²	m ²	pie	m
No combustible obstruida	Calculado hidráulicamente	225	20	15	4.6
No combustible obstruida	Cédula de tubería	200	18	15	4.6
No combustible obstruida	Calculado hidráulicamente	225	20	15	4.6
No combustible obstruida	Cédula de tubería	200	18	15	4.6
Combustible no obstruida, sin miembros expuestos	Calculado hidráulicamente	225	20	15	4.6
Combustible no obstruida, sin miembros expuestos	Cédula de tubería	200	18	15	4.6
Combustible no obstruida, con miembros expuestos a 3 pies (910 mm) o más entre centros	Calculado hidráulicamente	225	20	15	4.6
Combustible no obstruida, con miembros expuestos a 3 pies (910 mm) o más entre centros	Cédula de tubería	200	18	15	4.6
Combustible no obstruida, con miembros a menos de 3 pies (910 mm) entre centros	Todos	130	12	15	4.6
Combustible obstruida, con miembros expuestos a 3 pies (910 mm) o más entre centros	Todos	168	16	15	4.6
Combustible obstruida, con miembros a menos de 3 pies (910 mm) entre centros	Todos	130	12	15	4.6
Espacios ocultos combustibles de acuerdo con 10.2.6.1.4	Todos	120	11	15 en paralelo a la pendiente 10 perpendicular a la pendiente*	4.6 en paralelo a la pendiente 3.0 perpendicular a la pendiente*

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

En base a la información recolectada de las oficinas de la industria láctea, se tiene que las mismas cuentan con tipo de construcción no combustible obstruida, es por ello que su área de protección máxima y espaciamiento máximo serán de 20 m² y 4.60 m respectivamente. Datos que se deben considerar en la elaboración del plano de diseño.

3.2.6.2. Rociadores para áreas de almacenamiento

Las áreas de almacenamiento con las que cuenta la industria láctea son las bodegas de materia prima, de empaque y producto terminado. Para proteger estas bodegas se ha seleccionado rociadores ESFR, debido a que los rociadores de supresión temprana y respuesta rápida, comúnmente llamados ESFR son actualmente los rociadores automáticos más fiables para la extinción de un incendio por su capacidad para supresión por peligros de incendio específicos de alto desafío. Se emplean comúnmente en almacenes en los que existen estanterías evitando de esta forma la instalación de rociadores intermedios en los estantes, reduciendo el coste y dificultad de montaje de los sistemas de extinción.

Uno de los beneficios más importantes de la tecnología ESFR es que los rociadores pueden ser instalados sobre pilas de almacenamiento más altas, generalmente sin tener que usar rociadores en estanterías, y es por ese motivo que los rociadores ESFR se usan con tanta frecuencia en ocupaciones de almacenamiento.

Los rociadores ESFR satisfacen la necesidad de suprimir un incendio rápidamente. Su tiempo de respuesta rápida y sus patrones de descarga generan pequeñas gotas que pueden penetrar el penacho de fuego. Logran esto por la mayor sensibilidad del rociador y el patrón de distribución especial. (PREFIRE INNOVATION HUB, s.f.)

3.2.6.2.1. Rociadores para bodega de materia prima

En base a la mercancía que almacena y a las características de la bodega de materia prima se ha seleccionado un rociador Factor K 16.8 ESFR.

Figura 20 Rociador factor K 16.8 ESFR



Fuente: Tomada de Tyco Fire, s.f.

3.2.6.2.1.1. Características de rociadores para bodega de materia prima

- Marca: Tyco o similar
- Modelo: TY7226
- Orientación del deflector: Colgante (pendent)
- Temperatura: 101°C (214°F)
- Presión máxima: 175 psi
- Presión mínima: Según aplicación
- Color: bronce
- Tamaño de rosca: 3/4"
- Factor K: 16.8 U.S

3.2.6.2.2. Rociadores para bodegas de empaque y producto terminado

En base a la mercancía que almacenan y a las características de las bodegas de empaque y producto terminado se ha seleccionado para ambas bodegas un rociador Factor K 25.2 ESFR.

Figura 21 Rociador factor K 25.2 ESFR



Fuente: Tomada de Tyco Fire, s.f.

3.2.6.2.2.1 Características de rociadores para bodegas de empaque y producto terminado

- Marca: Tyco o similar
- Modelo: TY9226
- Orientación del deflector: Colgante (pendent)
- Temperatura: 100°C (212°F)
- Presión máxima: 175 psi
- Presión mínima: Según aplicación
- Color: bronce
- Tamaño de rosca: 1"
- Factor K: 25.2 U. S

3.2.6.2.3 Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores para áreas de almacenamiento

Como en todas las bodegas se utilizará rociadores ESFR, se plantea lo siguiente:

Tabla 18 Áreas de protección y espaciamiento máximo de rociadores para áreas de almacenamiento con rociadores ESFR

Tipo de construcción	Alturas de cielorraso/techo de hasta 30 pies (9.1 m)				Alturas de cielorraso/techo de más de 30 pies (9.1 m)			
	Área de protección		Espaciamiento		Área de protección		Espaciamiento	
	pie ²	m ²	pie	m	pie ²	m ²	pie	m
No combustible no obstruida	100	9	12	3.7	100	9	10	3.0
No combustible obstruida	100	9	12	3.7	100	9	10	3.0
Combustible no obstruida	100	9	12	3.7	100	9	10	3.0
Combustible obstruida	N/A		N/A		N/A		N/A	

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

La bodega de empaque tiene una altura de 9 metros, por ende, su área de protección máxima y espaciamiento deberán ser de 9 m² y 3.7 m respectivamente. Las bodegas de empaque y de producto terminado tiene una altura de metros, por ende, su área de protección máxima y espaciamiento deberán ser de 9 m² y 3.0 m respectivamente

3.3 Cálculos hidráulicos

La red del diseño del sistema contra incendios será calculada hidráulicamente de forma manual utilizando ecuaciones de ingeniería y de la NFPA 13 para determinar las pérdidas de presión ocasionadas por el recorrido de tubería, la altura, diámetros y accesorios de la red de tuberías, de esta forma se determina las presiones, a su vez también los caudales requeridos en los sistemas de rociadores y de gabinetes de incendios.

3.3.1. Cálculo del caudal requerido en la red contra incendios

3.3.1.1. Caudal en áreas administrativas

Como se mencionó anteriormente las áreas administrativas (oficinas), se clasifican como una ocupación de riesgo leve, por lo tanto, se calcula su caudal utilizando las curvas de densidad/área, ya que se ha seleccionado un rociador del tipo CMDA para su protección, donde:

- qi= caudal imaginario
- dd= densidad de diseño
- Q= caudal
- K= factor del rociador
- P= presión

Ad= área de diseño

A (roc)= área del rociador

PASO 1

Se calcula un “caudal imaginario”, el cual servirá para despejar otras fórmulas.

$$q_i = A(\text{roc}) * dd = 225 \text{ pies}^2 * 10 \frac{\text{gpm}}{\text{pies}} = 22.5 \text{ gpm}$$

El área del rociador se obtiene de la tabla de Tabla 10.2.4.2.1 de la NFPA 13 y la densidad de diseño de las curvas de densidad/ área, seleccionando un valor dentro de la misma para una ocupación de riesgo leve.

PASO 2

Con la fórmula del cálculo de caudal de rociadores, se hace un despeje para calcular la presión del mismo y ya con ese valor se determina el caudal real del rociador, el cual deberá ser cercano al caudal imaginario.

$$Q_{roc} = k\sqrt{P} \rightarrow P = \left(\frac{Q_{roc}}{k}\right)^2$$

$$P = \left(\frac{22.5}{5.6}\right)^2 = 16.14 \text{ PSI} \approx 17 \text{ PSI}$$

$$Q_{roc} = k\sqrt{P} = 5.6\sqrt{17} = 23,09 \text{ gpm}$$

PASO 3

Se calcula el número de rociadores para el área de diseño y se obtiene el caudal total del sistema de rociadores para las áreas administrativas.

$$\frac{Ad}{A_{roc}} = \frac{1500 \text{ pies}^2}{225 \text{ pies}} = 6.66 \approx 7$$

$$Q = Q_{roc} * \text{numero de rociadores} = 23.09 * 7 = 161.63 \text{ gpm}$$

PASO 4

Al caudal de rociadores se le adiciona el caudal de chorro de mangueras, considerando el tipo de riesgo; obteniendo así el caudal total para las áreas administrativas.

Tabla 19 Asignación de chorro de mangueras para áreas administrativas

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

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

$$Q_{TOTAL} = 161.63 \text{ gpm(rociadores)} + 100 \text{ (mangueras)} = 261.63 \text{ gpm}$$

Se obtiene un caudal total de 261.63 gpm para las áreas administrativas.

Tabla 20 Resumen de diseño para áreas administrativas

Factor de descarga	Caudal por rociador	Presión del rociador	Separación máxima	Banco de Válvulas	Rociador de diseño	Caudal de mangueras
K 5.6	23.09 gpm	17	4.6 metros	2"	7	100 gpm

Fuente: Los autores

3.3.1.2. Caudal en áreas de almacenamiento

El caudal en las bodegas será calculado en base a la mercancía que contienen cada una de ellas y a las características de las bodegas, teniendo en cuenta que se protegerá estas áreas con rociadores ESFR.

Para el cálculo de rociadores ESFR, se deberá usar siempre 12 rociadores para el área de diseño. El cual debe consistir de 12 rociadores de mayor demanda hidráulica, que consta de cuatro rociadores en cada una de tres líneas ramales

Tabla 21 Asignación de chorro de mangueras para áreas de almacenamiento

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

Mercancía	Tipo de rociador	Tipo de espaciamento entre rociadores	Cantidad de rociadores de cielorraso en el área de diseño ^a	Tamaño del área de diseño en el cielorraso	Asignación para chorros de mangueras		Duración del suministro de agua (minutos)	
					gpm	L./min		
Mercancías de Clase I-IV, plásticos del Grupo A, palés de madera vacíos, palés de plástico vacíos y almacenamiento misceláneo	Modo de control de densidad /área (CMDA)	Estándar y de cobertura extendida	NA	Hasta 1200 pies ² (112 m ²)	250	950	60	
				Más de 1200 pies ² (112 m ²) hasta 1500 pies ² (140 m ²)	500	1900	90	
				Más de 1500 pies ² (140 m ²) hasta 2600 pies ² (240 m ²)	500	1900	120	
				Más de 2600 pies ² (240 m ²)	500	1900	150	
	Modo de control para aplicaciones específicas (CMSA)	Estándar	Hasta 12	NA	250	950	60	
			Más de 12 y hasta 15	NA	500	1900	90	
			Más de 15 y hasta 25	NA	500	1900	120	
			Más de 25	NA	500	1900	150	
		Cobertura extendida	Hasta 6	NA	250	950	60	
			Hasta 8 ^b	NA	250	950	60	
			Más de 6 y hasta 8	NA	500	1900	90	
			Más de 8 y hasta 12	NA	500	1900	120	
			Más de 12	NA	500	1900	150	
			Respuesta rápida y supresión temprana (ESFR)	Hasta 12	NA	250	950	60
		Más de 12 y hasta 15		NA	500	1900	90	
		Más de 15 y hasta 25		NA	500	1900	120	
	Más de 25	NA		500	1900	150		
	Almacenamiento de neumáticos de caucho sobre el piso, de hasta 5 pies (1.5 m) de altura	CMDA & CMSA	Estándar y de cobertura extendida	Cualquiera	Cualquier	250	950	120
	Almacenamiento de neumáticos de caucho	CMDA	Estándar y de cobertura extendida	NA	Up to 5000 pies ² (465 m ²)	750	2850	180
		CMSA	Estándar	Hasta 15	NA	500	1900	180
ESFR		Hasta 12	NA	250	950	60		
		Más de 12 y hasta 20	NA	500	1900	120		

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

Por lo tanto, se utilizará para chorro de mangueras en rociadores ESFR un caudal de 250 GPM.

3.3.1.2.1. Caudal en bodega de materia prima

PASO 1

Se calcula el caudal del rociador, considerando que se tiene una altura de almacenamiento de 4.20 metros, una altura de techo de 9 metros y almacenamiento con mercancías clase I y clase III.

Tabla 22 Protección con rociadores ESFR del almacenamiento de mercancías de Clase I a Clase IV en palés y en apilamientos compactos

Mercancía	Altura máxima de almacenamiento		Altura máxima de cielorraso/techo		Factor K nominal	Orientación	Presión operativa mínima	
	pie	m	pie	m			psi	bar
Clase I, II, III y IV, encapsuladas y no encapsuladas (no contenedores abiertos en su parte superior)	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
	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
			32	10	14.0 (200)	Montante/colgante	60	4.1
					16.8 (240)	Montante/colgante	42	2.9
					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
	35	11	40	12	16.8 (240)	Colgante	52	3.6
					22.4 (320)	Colgante	40	2.7
					25.2 (360)	Colgante	25	1.7
	35	11	45	14	22.4 (320)	Colgante	40	2.7
25.2 (360)					Colgante	40	2.7	
40	12	45	14	22.4 (320)	Colgante	40	2.7	
				25.2 (360)	Colgante	40	2.7	

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

Se coloca el factor de rociador ya seleccionado y la presión operativa mínima, que le corresponde.

$$Q_{roc} = k\sqrt{P} = 16.8\sqrt{35} = 99.39 \text{ gpm}$$

PASO 2

Se multiplica el caudal del rociador por el número de rociadores del área de diseño.

$$Q = Q_{roc} * \text{numero de rociadores} = 99.39 * 12 = 1192.68 \text{ gpm}$$

PASO 4

Al caudal de rociadores se le adiciona el caudal de chorro de mangueras, considerando el tipo de rociador seleccionado.

$$Q_{TOTAL} = 1192.68 \text{ gpm}(\text{rociadores}) + 250 \text{ (mangueras)} = 1442.68 \text{ gpm}$$

Se obtiene un caudal total de 1442.68 gpm para las bodegas de materia prima

Tabla 23 Resumen de diseño para bodega de materia prima

Factor de descarga	Caudal por rociador	Presión del rociador	Separación máxima	Banco de Válvulas	Rociador de diseño	Caudal de mangueras
K 16.8	99.39 gpm	35	3.7 metros	8"	12	250 gpm

Fuente propia

3.3.1.2.2. Caudal en bodega de empaque

PASO 1

Se calcula el caudal del rociador, considerando que se tiene una altura de almacenamiento de 7.60 metros, una altura de techo de 12 metros y almacenamiento con mercancías clase IV y Plástico Grupo A no expandido.

Se compara las tablas de mercancía y la que genere mayor demanda hidráulica se selecciona para los cálculos, en este caso tanto para la mercancía clase IV y Plástico Grupo A no expandido, se presenta la misma presión operativa mínima.

Tabla 24 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 caja 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				
		22.4 (320)	Colgante	40	2.7				
		25.2 (360)	Colgante	40	2.7				
		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				
22.4 (320)	Colgante			40	2.7				
25.2 (360)	Colgante			40	2.7				
22.4 (320)	Colgante			40	2.7				

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

Se coloca el factor de rociador ya seleccionado y la presión operativa mínima, que le corresponde.

$$Q_{roc} = k\sqrt{P} = 25.2\sqrt{25} = 126 \text{ gpm}$$

PASO 2

Se multiplica el caudal del rociador por el número de rociadores del área de diseño.

$$Q = Q_{roc} * \text{numero de rociadores} = 126 * 12 = 1512 \text{ gpm}$$

PASO 4

Al caudal de rociadores se le adiciona el caudal de chorro de mangueras, considerando el tipo de rociador seleccionado.

$$Q_{TOTAL} = 1512 \text{ gpm}(\text{rociadores}) + 250 (\text{mangueras}) = 1762 \text{ gpm}$$

Se obtiene un caudal total de 1762 gpm para la bodega de materia prima

Tabla 25 Resumen de diseño para bodega de empaque

Factor de descarga	Caudal por rociador	Presión del rociador	Separación máxima	Banco de Válvulas	Rociador de diseño	Caudal de mangueras
K 25.2	126 gpm	25	3 metros	8"	12	250 gpm

Fuente: Los autores

3.3.1.2.3. Caudal en bodega de producto terminado

PASO 1

Se calcula el caudal del rociador, considerando que se tiene una altura de almacenamiento de 6.10 metros, una altura de techo de 12 metros y almacenamiento con mercancías clase I y Plástico Grupo A no expandido.

En base a los datos antes mencionados, esta bodega tiene los mismos datos de presión mínima operativa que la bodega de empaque, por lo tanto.

Se obtiene un caudal total de 1762 gpm para la bodega de producto terminado

Tabla 26 Resumen de diseño para bodega de producto terminado

Factor de descarga	Caudal por rociador	Presión del rociador	Separación máxima	Banco de Válvulas	Rociador de diseño	Caudal de mangueras
K 25.2	126 gpm	25	3 metros	8"	12	250 gpm

Fuente: Los autores

3.3.2. Cálculo de la presión en la red contra incendios

Para calcular la presión del sistema contra incendios general se deberá determinar las pérdidas en la red de bocatomos y en el sistema de rociadores

3.3.2.1 Pérdidas por fricción

$$p = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}}$$

Para las pérdidas por fricción (Pf) se utilizará la fórmula de Hazen-Williams, dónde:

p = resistencia friccional (psi/pie de tubería)

Q = flujo o caudal (gpm)

C = coeficiente de pérdida por fricción

d = diámetro interno real de la tubería (pulgadas)

(National Fire Protection Association, 2019)

Con la fórmula de Hazen-William es posible calcular la pérdida por fricción en cualquier tramo de tubería conociendo los valores de Q, C, D y L.

En este caso el valor de Q se lo determina colocando el caudal ya conocido de cada tramo en cada uno de los distintos sistemas.

El valor de C se lo determina mediante la siguiente tabla:

Tabla 27 Valores C de Hazen - Williams

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

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

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

Como la tubería que se propone para toda la instalación contra incendios es de acero negro y nuestra red es un sistema húmedo el valor de C será de 120.

El diámetro interno real de la tubería depende de la cédula de la tubería, que en este caso se utilizara de cédula 40, en la siguiente tabla se aprecia el diámetro interno de diferentes diámetros.

Tabla 28 Dimensiones de tuberías de acero

Tabla A.16.3.2 Dimensiones de tuberías de acero															
Tamaño nominal de tubería		Cédula 5				Cédula 10 ^a				Cédula 30				Cédula 40	
		Diámetro externo		Diámetro interno		Espesor de pared		Diámetro interno		Espesor de pared		Diámetro interno		Espesor de pared	
pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
½ ^b	15	0.840	21.3	—	—	—	—	0.674	17.1	0.083	2.1	—	—	—	—
¾ ^b	20	1.050	26.7	—	—	—	—	0.884	22.4	0.083	2.1	—	—	—	—
1	25	1.315	33.4	1.185	30.1	0.065	1.7	1.097	27.9	0.109	2.8	—	—	—	—
1¼	32	1.660	42.2	1.530	38.9	0.065	1.7	1.442	36.6	0.109	2.8	—	—	—	—
1½	40	1.900	48.3	1.770	45.0	0.065	1.7	1.682	42.7	0.109	2.8	—	—	—	—
2	50	2.375	60.3	2.245	57.0	0.065	1.7	2.157	54.8	0.109	2.8	—	—	—	—
2½	65	2.875	73.0	2.709	68.8	0.083	2.1	2.635	66.9	0.120	3.0	—	—	—	—
3	80	3.500	88.9	3.334	84.7	0.083	2.1	3.260	82.8	0.120	3.0	—	—	—	—
3½	90	4.000	101.6	3.834	97.4	0.083	2.1	3.760	95.5	0.120	3.0	—	—	—	—
4	100	4.500	114.3	4.334	110.1	0.083	2.1	4.260	108.2	0.120	3.0	—	—	—	—
5	125	5.563	141.3	—	—	—	—	5.295	134.5	0.134	3.4	—	—	—	—
6	150	6.625	168.3	6.407	162.7	0.109	2.8	6.357	161.5	0.134 ^c	3.4	—	—	—	—
8	200	8.625	219.1	—	—	—	—	8.249	209.5	0.188 ^c	4.8	8.071	205.0	0.277 ^d	7.0
10	250	10.750	273.1	—	—	—	—	10.370	263.4	0.188 ^c	4.8	10.140	257.6	0.307 ^d	7.8
12	300	12.750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12.090	—	0.330 ^e	—

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

3.3.2.2. Pérdidas por altura en tuberías

Para la pérdida por altura “Pe” se calcula la altura en metros y se multiplica por el factor de

1.422 para obtener los PSI. Es decir que por cada metro la bomba deberá aporta 1.422 psi de presión.

3.3.2.3. Pérdidas por accesorios

Para calcular la pérdida hidráulica debido a los accesorios de las tuberías como codos o tees. Se usará la siguiente tabla donde se hace una equivalencia entre la pérdida hidráulica de un accesorio y un tramo de tubería recta de tubería.

Tabla 29 Tabla de longitudes equivalentes de tuberías de acero de cédula 40

Tabla 27.2.3.1.1 Tabla de longitudes equivalentes de tuberías de acero de cédula 40															
Accesorios y válvulas	Accesorios y válvulas expresadas en pies (metros) equivalentes de tubería														
	½ pulg. (15 mm)	¾ pulg. (20 mm)	1 pulg. (25 mm)	1¼ pulg. (32 mm)	1½ pulg. (40 mm)	2 pulg. (50 mm)	2½ pulg. (65 mm)	3 pulg. (80 mm)	3½ pulg. (90 mm)	4 pulg. (100 mm)	5 pulg. (125 mm)	6 pulg. (150 mm)	8 pulg. (200 mm)	10 pulg. (250 mm)	12 pulg. (300 mm)
Codo 45°	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	3 (0.9)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.3)	13 (4)
Codo estándar 90°	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	7 (2.1)	8 (2.4)	10 (3)	12 (3.7)	14 (4.3)	18 (5.5)	22 (6.7)	27 (8.2)
Codo de giro largo 90°	0.5 (0.2)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	9 (2.7)	13 (4)	16 (4.9)	18 (5.5)
En T o cruz (flujo con giro 90°)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	10 (3)	12 (3.7)	15 (4.6)	17 (5.2)	20 (6.1)	25 (7.6)	30 (9.1)	35 (10.7)	50 (15.2)	60 (18.3)
Válvula mariposa	—	—	—	—	—	6 (1.8)	7 (2.1)	10 (3)	—	12 (3.7)	9 (2.7)	10 (3)	12 (3.7)	19 (5.8)	21 (6.4)
Válvula de compuerta	—	—	—	—	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)
Interruptor de flujo de tipo paleta	—	—	6 (1.8)	9 (2.7)	10 (3)	14 (4.3)	17 (5.2)	22 (6.7)	—	30 (9.1)	—	16 (4.9)	22 (6.7)	29 (8.8)	36 (11)
Válvula de retención a clapeta*	—	—	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.3)	14 (4.3)	16 (4.9)	19 (5.8)	22 (6.7)	27 (8.2)	32 (10)	45 (14)	55 (17)	65 (20)

Note: Se incluye información sobre tuberías de ½ pulg. en esta tabla solamente porque se permiten en las Secciones 29.4 y 29.5.
*Debido a la variación en el diseño de las válvulas de retención a clapeta, los equivalentes de tubería indicados en esta tabla son considerados promedio.

Fuente: (National Fire Protection Association, 2019)

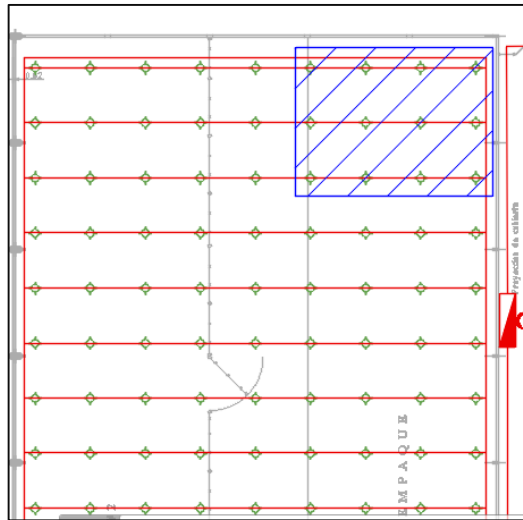
3.3.2.4. Pérdidas en sistemas de rociadores

En base a las distintas pérdidas mencionadas anteriormente, se calculan las mismas en las áreas de diseño de los distintos sistemas de rociadores, considerando que estas son las áreas que generan mayor demanda hidráulica en la red, por lo tanto, si la bomba es capaz de satisfacer las capacidades que requieren las áreas de diseño, es capaz de satisfacer el resto de los rociadores en la red contra incendios.

3.3.2.4.1. Análisis de pérdidas para área de diseño de rociadores k 25.2

Para rociadores ESFR, el área de diseño debe consistir en el área de 12 rociadores de mayor demanda hidráulica, que consta de 4 rociadores en cada una de tres líneas ramales, a menos que se requieran otras cantidades específicas de rociadores de diseño en otras secciones de esta norma.

Figura 22 Área de diseño de rociadores k 25.2



Fuente: Los autores

Se empieza a calcular las pérdidas desde la tubería de descarga del cuarto de bombas.

TRAMO TUBERÍA DE 10"		
Caudal	1762	GPM
Diámetro de tubería	10	IN
Long. tubería	22,4	M
Long. tubería	73,49	FT
Valor C	120	
ACCESORIOS		
Codo A 45°	0	U
Codo estándar a 90°	5	U
Tee	1	U
Valvula de mariposa	0	U
Valvula de compuerta	0	U
Long accesorio	160	FT
Long Eq.	233,49	FT
Perdida	2,05	PSI

TRAMO TUBERÍA DE 8"		
Caudal	1762	GPM
Diámetro de tubería	8	IN
Long. tubería	32,72	M
Long. tubería	107,35	FT
Valor C	120	
ACCESORIOS		
Codo A 45°	0	U
Codo estándar a 90°	5	U
Tee	4	U
Valvula de mariposa	0	U
Valvula de compuerta	0	U
Long accesorio	230	FT
Long Eq.	337,35	FT
Perdida	8,79	PSI

TRAMO TUBERÍA DE 6"		
Caudal	1512	GPM
Diámetro de tubería	6	IN
Long. tubería	72,31	M
Long. tubería	237,24	FT
Valor C	120	
ACCESORIOS		
Codo A 45°	0	U
Codo estándar a 90°	4	U
Tee	1	U
Valvula de mariposa	0	U
Valvula de compuerta	0	U
Long accesorio	86	FT
Long Eq.	323,24	FT
Perdida	25,75	PSI

Luego se calculan las pérdidas en el área de diseño de los rociadores.

1ER ROCIADOR EN 1ER RAMAL		
Caudal	126	GPM
Diámetro	3	IN
Long.	16,13	M
Long.	52,92	FT
Valor C	120	
Long Eq.	52,92	FT
Perdida	1,24	PSI

2DO ROCIADOR EN 1ER RAMAL		
Caudal	252	GPM
Diámetro	3	IN
Long.	19,23	M
Long.	63,09	FT
Valor C	120	
Long Eq.	63,09	FT
Perdida	5,34	PSI

3ER ROCIADOR EN 1ER RAMAL		
Caudal	378	GPM
Diámetro	3	IN
Long.	22,33	M
Long.	73,26	FT
Valor C	120	
Long Eq.	73,26	FT
Perdida	13,13	PSI

4TO ROCIADOR EN 1ER RAMAL		
Caudal	504	GPM
Diámetro	3	IN
Long.	25,43	M
Long.	83,43	FT
Valor C	120	
Long Eq.	83,43	FT
Perdida	25,46	PSI

Haciendo la sumatoria de todas las pérdidas se obtiene para el primer ramal lo siguiente:

Tubería de 10"	2,05	PSI
Tubería de 8"	8,79	PSI
Tubería de 6"	25,75	PSI
Ultimo rociador	25,46	PSI
Presión roc. K 25,2	25,00	PSI
TOTAL PERDIDAS	87,05	PSI

Para el segundo ramal la única variación que existe es el aumento de 3 metros de un tramo de tubería de 6", por lo tanto, las pérdidas en el segundo ramal quedarían así:

Tubería de 10"	2,05	PSI
Tubería de 8"	8,79	PSI
Tubería de 6"	26,60	PSI
Ultimo rociador	25,46	PSI
Presión roc. K 25,2	25,00	PSI
TOTAL PERDIDAS	87,90	PSI

Para el tercer ramal, ocurre lo mismo; un aumento de 3 metros de un tramo de tubería de 6", por lo tanto, las pérdidas en el tercer ramal quedarían así:

Tubería de 10"	2,05	PSI
Tubería de 8"	8,79	PSI
Tubería de 6"	27,40	PSI
Ultimo rociador	25,46	PSI
Presión roc. K 25,2	25,00	PSI
TOTAL PERDIDAS	88,70	PSI

A este total se le adiciona, el total de pérdidas por altura obteniendo lo siguiente:

$$P (\text{altura}) = \text{Metros lineales} \times 1.422$$

$$P (\text{altura}) = 10.5 \times 1.422$$

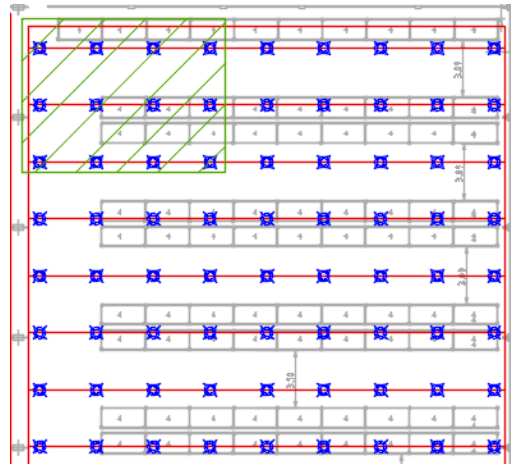
$$P (\text{altura}) = 14.93 \text{ PSI}$$

$$P \text{ TOTAL} = 88.70 + 14.93$$

$$P \text{ TOTAL} = \mathbf{103.63 \text{ PSI}}$$

3.3.2.4.2. Análisis de pérdidas para área de diseño de rociadores k 16.8

Figura 23 Área de diseño de rociadores k 16.8



Fuente: Los autores

Se empieza a calcular las pérdidas desde la tubería de descarga del cuarto de bombas.

TRAMO TUBERÍA DE 10"		
Caudal	1442,8	GPM
Diámetro de tubería	10	IN
Long. tubería	22,4	M
Long. tubería	73,49	FT
Valor C	120	
ACCESORIOS		
Codo A 45°	0	U
Codo estándar a 90°	5	U
Tee	1	U
Valvula de mariposa	0	U
Valvula de compuerta	0	U
Long accesorio	160	FT
Long Eq.	233,49	FT
Perdida	1,42	PSI

MALLA DE 6"		
Caudal	1192,8	GPM
Diámetro de tubería	6	IN
Long. tubería	37,84	M
Long. tubería	124,15	FT
Valor C	120	
Long Eq.	124,15	FT
Perdida	6,38	PSI

TRAMO TUBERÍA DE 8"		
Caudal	1442,8	GPM
Diámetro de tubería	8	IN
Long. tubería	40,22	M
Long. tubería	131,96	FT
Valor C	120	
ACCESORIOS		
Codo A 45°	0	U
Codo estándar a 90°	5	U
Tee	4	U
Valvula de mariposa	0	U
Valvula de compuerta	0	U
Long accesorio	230	FT
Long Eq.	397,96	FT
Perdida	7,16	PSI

TRAMO TUBERÍA DE 6"		
Caudal	1192,8	GPM
Diámetro de tubería	6	IN
Long. tubería	39,82	M
Long. tubería	130,64	FT
Valor C	120	
ACCESORIOS		
Codo A 45°	0	U
Codo estándar a 90°	4	U
Tee	1	U
Valvula de mariposa	0	U
Valvula de compuerta	0	U
Long accesorio	86	FT
Long Eq.	216,64	FT
Perdida	11,13	PSI

Luego se calculan las pérdidas en el área de diseño de los rociadores.

1ER ROCIADOR EN 1ER RAMAL		
Caudal	99,39	GPM
Diámetro	2,5	IN
Long.	15,75	M
Long.	51,67	FT
Valor C	120	
Long Eq.	51,67	FT
Perdida	4,60	PSI

2DO ROCIADOR EN 1ER RAMAL		
Caudal	198,78	GPM
Diámetro	2,5	IN
Long.	18,56	M
Long.	60,89	FT
Valor C	120	
Long Eq.	60,89	FT
Perdida	8,08	PSI

3ER ROCIADOR EN 1ER RAMAL		
Caudal	298,17	GPM
Diámetro	2,5	IN
Long.	22,24	M
Long.	72,97	FT
Valor C	120	
Long Eq.	72,97	FT
Perdida	20,49	PSI

4TO ROCIADOR EN 1ER RAMAL		
Caudal	397,56	GPM
Diámetro	2,5	IN
Long.	24,59	M
Long.	80,68	FT
Valor C	120	
Long Eq.	80,68	FT
Perdida	38,58	PSI

Haciendo la sumatoria de todas las pérdidas se obtiene para el primer ramal lo siguiente:

Tubería de 10"	1,42	PSI
Tubería de 8"	7,16	PSI
Tubería de 6"	11,13	PSI
Ultimo rociador	38,58	PSI
Malla de 6"	6,38	PSI
Presión roc. K 16,8	35,00	PSI
TOTAL PERDIDAS	99,66	PSI

Para el segundo ramal la única variación que existe es el aumento de 3 metros de un tramo de tubería de 6", por lo tanto, las pérdidas en el segundo ramal quedarían así:

Tubería de 10"	1,42	PSI
Tubería de 8"	7,16	PSI
Tubería de 6"	11,13	PSI
Ultimo rociador	38,58	PSI
Malla de 6"	6,90	PSI
Presión roc. K 16,8	35,00	PSI
TOTAL PERDIDAS	100,18	PSI

Para el tercer ramal, ocurre lo mismo; un aumento de 3 metros de un tramo de tubería de 6", por lo tanto, las pérdidas en el tercer ramal quedarían así:

Tubería de 10"	1,42	PSI
Tubería de 8"	7,16	PSI
Tubería de 6"	11,13	PSI
Ultimo rociador	38,58	PSI
Malla de 6"	7,50	PSI
Presión roc. K 16,8	35,00	PSI
TOTAL PERDIDAS	100,78	PSI

A este total se le adiciona, el total de pérdidas por altura obteniendo lo siguiente:

$$P(\text{altura}) = \text{Metros lineales} \times 1.422$$

$$P(\text{altura}) = 12.25 \times 1.422$$

$$P(\text{altura}) = 17.42 \text{ PSI}$$

$$P \text{ TOTAL} = 88.70 + 14.93$$

$$P \text{ TOTAL} = \mathbf{118.20 \text{ PSI}}$$

En base a los cálculos antes expuestos la demanda hidráulica que necesita el sistema contra incendios de la edificación es el siguiente:

1762 GPM @118.20 PSI

3.4. Selección del sistema de bombeo

En vista a la demanda hidráulica requerida se selecciona el equipo de bombeo, en base a la tabla de capacidades de bombas centrífugas.

La capacidad que necesita nuestra red es de 1762 GPM, por lo tanto, se seleccionará una bomba con una capacidad de 1500 GPM, dado que las bombas contra incendios normadas están fabricadas para proporcionar no menos del 150 por ciento de la capacidad nominal a no menos del 65 por ciento del cabezal nominal total; por lo tanto, la bomba seleccionada puede abastecer una demanda hidráulica de hasta 2250 GPM.

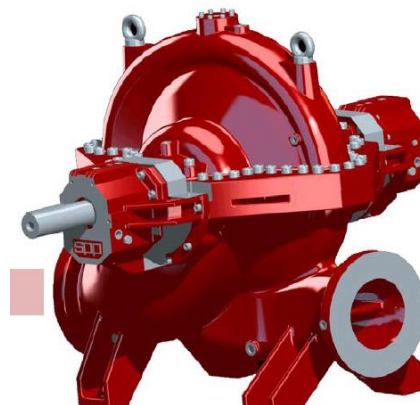
3.4.1. Bomba Principal

Para poder seleccionar el tipo de bomba adecuada se deben considerar 3 criterios:

- Suministro de agua
- Demanda del sistema
- Desempeño de la bomba

En este caso se propone que el suministro de agua sean 2 tanques sobre superficie, que abastezcan una bomba de 1500 GPM, por lo tanto, se selecciona una (1) bomba principal de tipo centrífuga tipo horizontal carcasa partida – con succión positiva según lo exige NFPA 20, listada UL, aprobada FM, con una capacidad nominal de 1500 gpm a 130 psi.

Figura 24 Bomba centrífuga tipo horizontal carcasa partida



Fuente: Tomada de SPP Pumps, s.f.

3.4.1.1. Características de la bomba principal

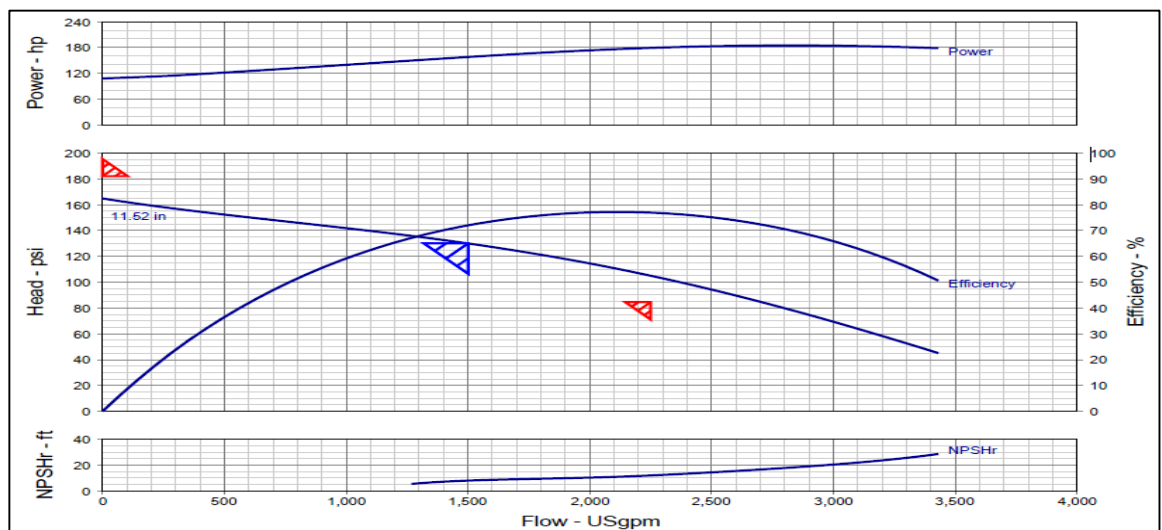
Las características de la bomba seleccionada son:

- Marca: SPP PUMPS
- Modelo: TD15F
- Flujo: 1500 GPM
- Cabezal dinámico total (TDH): 130 Psi
- Velocidad: 3560 RPM
- Eficiencia: 80%
- Motor: Diésel
- Tensión trifásica 230 V; 60 Hz
- Factor de seguridad: 1.15

La bomba viene conformada por lo siguiente:

- Carcasa de hierro
- Impulsor de bronce
- Camisas de eje en bronce
- Estanqueidad en el eje por empaquetadura
- Eje en acero al carbono
- Un manómetro para el lado de descarga
- Un manómetro para el lado succión
- Válvula eliminadora de aire
- Base estructural
- Acople Flexible
- Guarda acople
- Sellos de identificación correspondientes a UL y FM
- Curva de rendimiento certificada por fábrica

Figura 25 Curva de rendimiento de bomba centrífuga horizontal



Fuente: Tomada de SPP Pumps, s.f.

3.4.2. Bomba Jockey

La bomba jockey o bomba auxiliar es la encargada de mantener la presión en el sistema con capacidades nominales no inferiores a las normales de una tasa de fuga, los cuales deberán ser determinados con el fin de no proporcionar la descarga que se pueda tener por un rociador. La bomba auxiliar no necesita ser catalogada UL y homologada FM.

3.4.2.1. Cálculo de capacidades de bomba jockey

La capacidad de la bomba jockey se configura o calcula entre 8 PSI a 15 PSI por encima de la presión nominal de la bomba contra incendios para evitar un arranque en falso de la bomba principal contra incendios debido a las oscilaciones de presión en la tubería del sistema y para el caudal se calcula entre el 1% - 5% del caudal de la bomba principal, por lo tanto:

CAUDAL

$$Q_{JOCKEY} = 1500 \text{ gpm} \times 1.47\% = 22.05 \text{ gpm}$$

El caudal del rociador más pequeño que es el de factor k 5.6 es de 23.09 gpm, por lo tanto, el caudal seleccionado se encuentra dentro de los parámetros antes expuestos.

PRESIÓN

$$P_{JOCKEY} = 130 \text{ psi} + 15 \text{ psi} = 145 \text{ psi}$$

En base a los cálculos antes expuestos las capacidades nominales de la bomba jockey, serán las siguientes:

22.05 GPM @145 PSI

Figura 26 Bomba jockey multietapas



Fuente: Tomada de Patterson Pump , s.f.

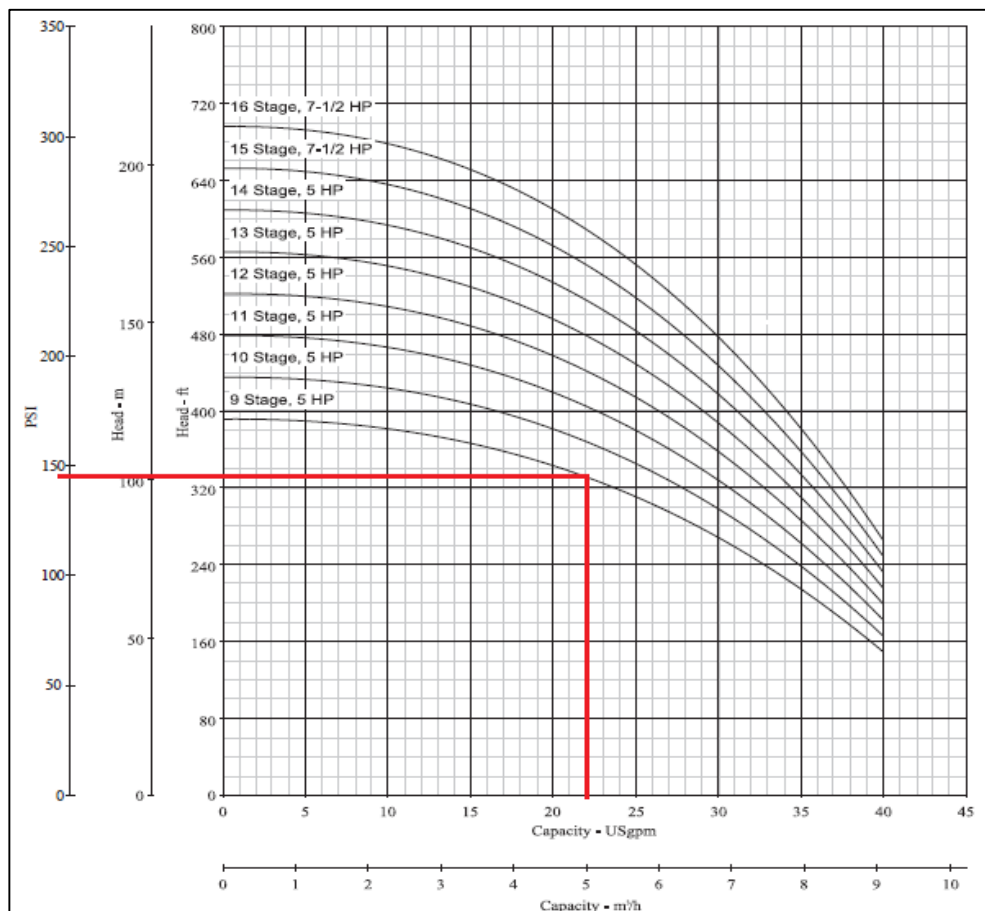
3.4.2.2. Características de bomba jockey

- Marca: FAIRBANKS NIJHUIS
- Modelo: PVM4-90D
- Caudal Nominal: 22.05 gpm
- Presión nominal: 145 PSI
- Motor eléctrico: TEFC
- Potencia nominal: 5 HP
- Etapas: 9 etapas
- Tensión Trifásica, 460V, 60Hz.
- Tamaño: 1 ¼" x 1 ¼"
- Factor de servicio 1.15
- Velocidad: 3500 RPM.

La bomba jockey viene conformada por lo siguiente:

- Carcasa en Acero Inoxidable
- Impulsor y Eje en Acero Inoxidable

Figura 27 Curva de rendimiento de bomba jockey



Fuente: Tomada de FAIRBANKS NIJHUIS, s.f.

3.4.3. Tableros controladores

3.4.3.1. Tablero controlador bomba principal

El controlador deberá ser listado UL y aprobado FM, para motores diésel y en concordancia con la norma NFPA 20. El controlador está diseñado para arrancar automáticamente la bomba y el motor durante pérdidas de presión del sistema.

- Marca: Tornatech
- Potencia por manejar: 175 HP
- Tipo de Arranque: Estrella – Delta Abierto
- Protección Nema Tipo 2.
- Transductor de presión de 0 – 300 PSI.
- Sellos de identificación correspondientes a UL y FM.

El controlador dispondrá de las siguientes alarmas de supervisión: Problema del motor, sobre velocidad, baja presión de aceite, alta temperatura del agua de enfriamiento falla en el arranque del motor, falla de energía del cargador de batería, posición del switch principal (manual, automático), arranque de la bomba.

Figura 28 Tablero controlador bomba principal con motor a diésel



Fuente: Tomada de Tornatech , s.f.

3.4.3.2 Tablero controlador bomba jockey

El tablero está diseñado para arrancar automáticamente la bomba jockey durante pérdidas de presión del sistema, el mismo tiene las siguientes características:

- Marca: Tornatech
- Potencia por manejar: 5 HP

- Protección Nema Tipo 2.
- Tensión de entrada Trifásica, 460V. a 60Hz.

Figura 29 Tablero controlador bomba jockey



Fuente: Tomada de Tornatech , s.f.

3.4.4. Motor de combustión interna (diésel)

El equipo de bombeo principal estará conectado a un motor de combustión interna, dado que este tipo de motores se consideran más confiables, debido que su fuente de energía no es dependiente de alguna acometida eléctrica o generador; este tipo de motores trabajan con diésel, debido a que este combustible es no inflamable y produce menos gases de vapor al momento del arranque.

3.4.4.1 Cálculo de potencia de motor de bomba contra incendios

Para determinar la potencia del equipo de bombeo se contempla lo siguiente:

$$P \text{ (teórica)} = TDH \times \rho \times g \times Q$$

Donde:

TDH: Altura dinámica (carga de trabajo de la bomba) $\rightarrow 130 \text{ psi} = 91.45 \text{ m}$

ρ : Densidad del agua $\rightarrow 997 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

g : Gravedad $\rightarrow 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Q_{total} : Caudal total $\rightarrow 1500 \text{ GPM} = 0.1137 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

$$P \text{ (teórica)} = \text{TDH} \times \rho \times g \times Q$$

$$P \text{ (teórica)} = (91.45 \text{ m}) \times (997 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \times (9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) \times 0.1137 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$P \text{ (teórica)} = 101593.38 \text{ kg} \times \frac{\text{m}^2}{\text{s}^3} = 101593.38 \text{ W}$$

Considerando la equivalencia de 1HP = 745 W

$$P \text{ (teórica)} = \frac{101593.38}{745}$$

$$P \text{ (teórica)} = 136.37 \text{ HP}$$

Si el motor tiene una eficiencia del 80 %, entonces:

$$P \text{ (real)} = \frac{136.37 \text{ HP}}{0.80}$$

$$P \text{ (real)} = 170.46 \text{ HP} \approx 171 \text{ HP.}$$

La potencia del motor de combustión interna (diésel) que tendrá la bomba del Sistema contra incendios será mínimo de 171 HP.

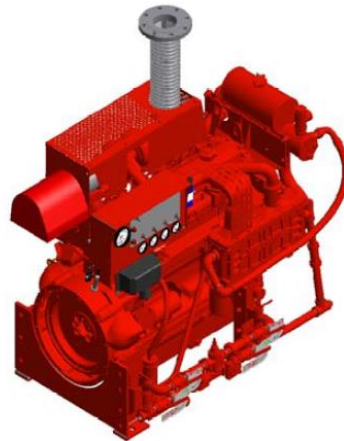
3.4.4.2. Características del motor a diésel

- Marca: Clarke
- Modelo: JU6H-UF34
- Potencia: 175 HP (Potencia comercial)
- Velocidad: 3000 RPM

Este tipo de motor incluye:

- Alternador de carga
- Intercambiador de calor ensamblado con filtros
- Manómetro
- Reductor de presión
- Válvula solenoide
- Bypass con entrada para ser conectada a la descarga de la bomba
- Baterías de plomo y ácido de servicio pesado para el arranque
- Conector flexible para el escape
- Silenciador de tipo industrial
- Sistema de precalentamiento de refrigerante

Figura 30 Motor de combustión interna



Fuente: Tomada de PURITY PUMP CO., LTD., s.f.

3.4.4.3. Tanque de suministro de diésel

El tanque de suministro de combustible y el combustible deben estar reservados exclusivamente para el motor diésel de la bomba contra incendio. Estos tanques deben ser de pared simple o de pared doble y deben estar diseñados y construidos de acuerdo con normas de ingeniería reconocidas, como ANSI/UL 142.

Los tanques deben estar montados de manera segura sobre soportes no combustibles. Los tanques para combustibles de pared simple deben estar encerrados con muros, bordillos o diques, suficientes para retener la capacidad completa del tanque. (National Fire Protection Association, 2016)

3.4.4.3.1. Capacidad de tanque de suministro de diésel

El tanque de suministro de combustible debe tener una capacidad de al menos equivalente a 1 gal. Por hp (5.07 l por kW), más un volumen del 5 por ciento para expansión y un volumen del 5 por ciento para sedimentación.

Por lo tanto, tenemos:

Capacidad tanque = (1 gal x hp) + 5% sumidero + 5% expansión

Capacidad tanque = 175 + 8.75 + 8.75

Capacidad tanque **192.5 galones**

3.4.5. Cuarto de bombas

El cuarto de bombas es el lugar donde se encontrarán ubicados los equipos de bombeo, motor y sus componentes, por lo tanto, deberá ser dimensionado de un tamaño suficiente para poder acomodarlos adecuadamente; para esta industria láctea se propone un cuarto de bombas de 25 m² (5m x 5m).

El cuarto de bombas deberá cumplir con las siguientes características:

- Fácil acceso a los equipos
- Buena iluminación

- Suficiente ventilación
- Inclinación en el piso para drenajes
- Temperatura mínima de 40°F (4°C)

Los edificios o cuartos de bombas contra incendio en los que hubiera bombas contra incendio con motores diésel y tanques de uso diario deben estar protegidos con un sistema de rociadores automáticos instalado de acuerdo con NFPA 13 como una ocupación de Riesgo Extra Grupo 2, en este caso se protegerá el cuarto de bombas con rociadores k 16.8.

3.5. Dimensionamiento de la reserva de agua contra incendios

Para determinar el volumen de agua que requiere el sistema contra incendios se deben tomar en cuenta la capacidad (caudal) que necesita la red y el tiempo de abastecimiento para esta red.

El caudal que necesita nuestro sistema es de 1762 GPM y como nuestra mayor área de diseño se trabajó con rociadores ESFR, la NFPA 13 requiere para este tipo de sistemas un tiempo de abastecimiento de 60 minutos, por lo tanto:

Volumen = Caudal x Tiempo

$$\text{Volumen} = 1762 \frac{\text{galones}}{\text{minuto}} \times 60 \text{ minutos}$$

$$\text{Volumen} = 105720 \text{ galones} \rightarrow \mathbf{400.19 \text{ m}^3}$$

El sistema contra incendios de esta industria láctea necesita un volumen de agua 400.19 m³.

3.5.1. Características de los tanques de reserva de agua contra incendios

La red contra incendios estará impulsada por una bomba horizontal carcasa partida, la cual es de succión positiva, por lo tanto, su fuente de abastecimiento serán 2 tanques a nivel de terreno de 200 m³ cada uno, los cuales estarán conectados mediante vasos comunicantes que van directo hacia la succión de la bomba contra incendios.

Cada tanque (2) tendrá las siguientes características:

- Diámetro: 6.60 metros
- Altura: 5.90 metros
- Plancha de acero naval ASTM A 131
- El fondo, el techo y el manto tendrán 6 mm de espesor

Cada tanque incluirá lo siguiente:

- Un registro de hombre frontal inferior de 18 pulgadas de diámetro y un registro o acceso de hombre superior en el techo de 20 pulgadas de diámetro
- Dos escaleras de acceso, una interior y otra exterior
- Un medidor de volumen tipo polea

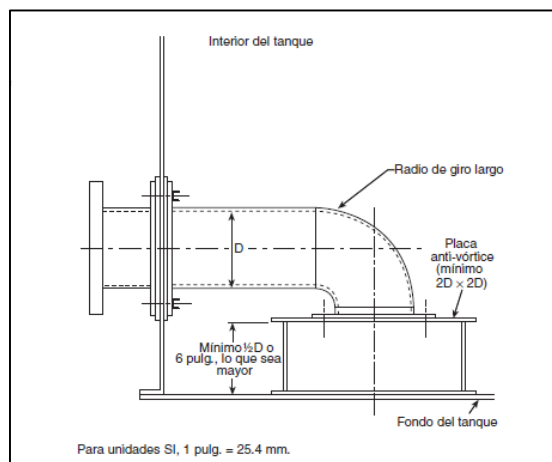
- Una toma de 2 pulgadas de diámetro SCH 40 en la parte superior para el llenado del tanque
- Una salida de agua bridada de 8 pulgadas SCH 40 para suministro a la bomba contra incendio
- Una entrada de agua bridada de 6 pulgadas SCH 40 para el alivio de presión de la bomba
- Un venteo superior bridado de 4 pulgadas SCH 4
- Para protegerlo de la corrosión ambiental se aplicará un plan de pintura epódica tanto en el interior y como exterior en un espesor de mínimo 150 micras

Los tanques cumplirán la norma NFPA 22, AWWA D100 y API 650.

3.5.2. Placa anti- vórtice

Donde se utilice un tanque como fuente de suministro para una bomba contra incendio, la descarga de la salida del tanque debe estar equipada con un arreglo de montaje que controle el caudal del vórtice, de acuerdo con lo establecido en NFPA 22.

Figura 31 Placa anti-vortices



Fuente: (National Fire Protection Association, 2016)

CAPITULO 4

RESULTADOS

4.1. Resultado del diseño del sistema contra incendios

En base al diseño hidráulico calculado la industria láctea deberá contar con 24 gabinetes o bocatomas de incendios clase III, distribuidos alrededor de toda la edificación, las únicas áreas que estarán protegidas con sistemas de rociadores serán las de almacenamiento y las administrativas, proponiendo rociadores k 5.6 en todas las áreas administrativas, rociadores ESFR K 16.8 en las bodegas de empaque y rociadores ESFR K 25.2 en las bodegas de materia prima y producto terminado. En base a los rociadores seleccionados, las alturas de almacenamiento en las bodegas no podrán exceder de 7.60 metros de altura.

Cada sistema de rociadores deberá implementar un banco de válvulas conformado por: válvula supervisada, válvula de retención, manómetros, sensor de flujo y drenaje; cada banco de válvulas deberá estar conectado al sistema de detección y alarma, a fin de poder supervisar y controlar cualquier clase de conato en cada uno de los sistemas.

Considerando que la red hidráulica contara con métodos de extinción manuales en el caso de los bocatomas y automáticos en el caso de los rociadores, se determinó que el sistema contra incendios necesita una capacidad de 1500 GPM de caudal y 130 PSI de presión, de tal modo de que cada uno de los puntos donde pueda llegarse a presentar algún conato de incendio consiga ser correctamente abastecido por la bomba contra incendios con las capacidades ya mencionadas, la cual deberá ser certificada FM y listada UL.

Como las áreas de mayor riesgo y demanda hidráulica son las de almacenamiento, se consideró el uso de rociadores ESFR, en los cuales se indica que el tiempo de abastecimiento de la reserva de agua mínimo deberá tener un tiempo 60 minutos, por lo tanto en base al caudal que necesita el sistema contra incendios en general se calculó una reserva de agua de 400 m³, distribuida en 2 tanques de 200 m³, los cuales estarán acoplados mediante vasos comunicantes y estarán conectados a la succión de la bomba principal, garantizado así una succión positiva.

4.2. Costo de Inversión

La instalación de un sistema hidráulico contra incendios se considera una inversión puesto que los incendios tienen un alto costo en las industrias y de no contar con un sistema que los evite o extinga, puede implicar la pérdida total o parcial de todos los activos de la misma; sin mencionar la pérdida de las vidas humanas que se encuentren presentes en el momento del conato. (Newsletter, s.f.)

4.2.1. Análisis de costos directos

Los costos directos son los que guardan una relación estrecha con el producto, proyecto o servicio.

Es decir, son costos que se asocian de forma directa a la elaboración y terminación de un producto, en este caso sería netamente un proyecto puesto que se trata de una instalación. (OBS, s.f.)

Entre los distintos rubros de costos directos para este diseño de instalación se encuentran los siguientes:

4.2.1.1. Costo de materia prima

Se los encasilla como materia prima puesto que los rubros presentados en la tabla 29 corresponden al valor promedio de varias cotizaciones realizadas a proveedores de equipos, materiales y accesorios contemplados para este diseño.

Tabla 30 Rubros de materiales, equipos y accesorios

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
EQUIPOS DE BOMBEO				
Equipo de Bombeo del tipo centrifuga carcaza partida de 1500 GPM @ 130 PSI marca SPP PUMPS	U	1	\$ 42.000,00	\$ 42.000,00
Motor diésel de 175 HP marca CLARKE (incluye tanque de diésel)	U	1	\$ 16.800,00	\$ 16.800,00
Bomba jockey multietapas de 22.05 GPM @ 145 PSI con 5 HP de potencia marca NIJHUIS FAIRBANKS	U	1	\$ 7.800,00	\$ 7.800,00
TUBERÍA Y ACCESORIOS DE 10"				
Tubería de 10" cédula 40	ML	28,5	\$ 79,59	\$ 2.268,32
Tee de 10" ranurada	U	4	\$ 110,40	\$ 441,60
Codo en 90 grados de 10" ranurado	U	10	\$ 94,14	\$ 941,40
Reducción de 10" a 8" ranurada	U	1	\$ 45,61	\$ 45,61
Reducción de 10" a 6" ranurada	U	6	\$ 45,30	\$ 271,80
Acople ranurado de 10"	U	38	\$ 48,90	\$ 1.858,20
TUBERÍA Y ACCESORIOS DE 8"				
Tubería de 8" cédula 40	ML	121,8	\$ 77,20	\$ 9.402,96

Tee de 8" ranurada	U	5	\$ 72,30	\$ 361,50
Codo en 90 grados de 8" ranurado	U	17	\$ 67,70	\$ 1.150,90
Reducción de 8" a 6" ranurada	U	3	\$ 37,81	\$ 113,43
Acople ranurado de 8"	U	90	\$ 22,50	\$ 2.025,00
TUBERÍA Y ACCESORIOS DE 6"				
Tubería de 6" cédula 40	ML	883	\$ 42,50	\$ 37.527,50
Tee de 6" ranurada	U	3	\$ 32,60	\$ 97,80
Codo en 45 grados de 6" ranurado	U	2	\$ 19,19	\$ 38,38
Codo en 90 grados de 6" ranurado	U	46	\$ 24,41	\$ 1.122,86
Reducción de 6" a 3" ranurado	U	7	\$ 15,02	\$ 105,14
Reducción de 6" a 2 1/2" ranurado	U	3	\$ 14,92	\$ 44,76
Tee mecánica de 6" a 4" ranurada	U	4	\$ 23,21	\$ 92,84
Tee mecánica de 6" a 3" ranurada	U	78	\$ 21,83	\$ 1.702,74
Tee mecánica de 6" a 2 1/2" ranurada	U	60	\$ 21,18	\$ 1.270,80
Acople ranurado de 6"	U	270	\$ 15,20	\$ 4.104,00
TUBERÍA Y ACCESORIOS DE 4"				
Tubería de 4" cédula 40	ML	34	\$ 30,10	\$ 1.023,40
Tee de 4" ranurada	U	3	\$ 15,11	\$ 45,33
Codo en 45 grados de 4" ranurado	U	3	\$ 9,19	\$ 27,57
Codo en 90 grados de 4" ranurado	U	13	\$ 10,33	\$ 134,29
Reducción de 4" a 3" ranurado	U	2	\$ 6,20	\$ 12,40
Tee mecánica de 4" a 2 1/2" ranurada	U	5	\$ 12,20	\$ 61,00
Acople ranurado de 4"	U	64	\$ 7,80	\$ 499,20
TUBERÍA Y ACCESORIOS DE 3"				
Tubería de 3" cédula 40	ML	1108	\$ 20,14	\$ 22.315,12
Tee de 3" ranurada	U	1	\$ 10,08	\$ 10,08
Codo en 45 grados de 3" ranurado	U	142	\$ 6,15	\$ 873,30
Codo en 90 grados de 3" ranurado	U	140	\$ 6,40	\$ 896,00
Tee mecánica de 3" a 1" roscada	U	333	\$ 10,75	\$ 3.579,75
Acople ranurado de 3"	U	760	\$ 5,90	\$ 4.484,00
TUBERÍA Y ACCESORIOS DE 2 1/2"				
Tubería de 2 1/2" cédula 40	ML	994,9	\$ 15,20	\$ 15.122,48
Tee de 2 1/2" ranurada	U	2	\$ 9,10	\$ 18,20
Codo en 45 grados de 2 1/2" ranurado	U	8	\$ 5,50	\$ 44,00
Codo en 90 grados de 2 1/2" ranurado	U	108	\$ 5,70	\$ 615,60
Tee mecánica de 2 1/2" a 3/4" roscada	U	243	\$ 5,10	\$ 1.239,30
Tapón ranurado de 2 1/2"	U	12	\$ 3,30	\$ 39,60
Acople ranurado de 2 1/2"	U	415	\$ 4,80	\$ 1.992,00
TUBERÍA Y ACCESORIOS DE 2"				
Tubería de 2" cédula 40	ML	115,55	\$ 8,93	\$ 1.032,09

Tee de 2"ranurada	U	3	\$ 7,43	\$ 22,30
Codo en 45 grados de 2" ranurado	U	4	\$ 3,72	\$ 14,90
Codo en 90 grados de 2" ranurado	U	33	\$ 5,03	\$ 165,86
Tee mecánica de 2" a 1" roscada	U	46	\$ 6,15	\$ 282,72
Tapón ranurado de 2"	U	4	\$ 2,62	\$ 10,47
Acople ranurado de 2"	U	156	\$ 4,10	\$ 639,60
TUBERÍA Y ACCESORIOS DE 1"				
Tubería de 1" cédula 40	ML	41,44	\$ 4,80	\$ 198,91
Tee de 1"roscada	U	4	\$ 3,15	\$ 12,60
Codo en 45 grados de 1" roscado	U	8	\$ 1,89	\$ 15,08
Codo en 90 grados de 1" roscado	U	25	\$ 1,52	\$ 38,03
Tapón roscado de 1"	U	12	\$ 1,95	\$ 23,40
Reducción de 1" a 1/2" roscado	U	4	\$ 1,27	\$ 5,10
Bushing de 1" a 1/2" roscado	U	28	\$ 0,94	\$ 26,21
Unión de 1" roscada	U	48	\$ 1,70	\$ 81,60
Unión universal de 1" roscada	U	16	\$ 2,30	\$ 36,80
GABINETE CONTRA INCENDIOS				
Válvula angular NPT X NST UL/FM de 2 1/2"	U	24	\$ 115,90	\$ 2.781,60
Válvula angular NPT X NST UL/FM de 1 1/2"	U	24	\$ 78,50	\$ 1.884,00
Pitón de bronce de 1 1/2"	U	24	\$ 22,15	\$ 531,60
Niple de bronce de 1 1/2"	U	24	\$ 10,80	\$ 259,20
Cajetín para gabinete de incendios de 80 x 80 x 22 cm	U	24	\$ 72,00	\$ 1.728,00
Brazo portamanguera	U	24	\$ 35,42	\$ 850,08
Manguera de caucho y lona de doble chaqueta para incendios de 15 m	U	48	\$ 75,00	\$ 3.600,00
Extintor del tipo PQS de 10 lb	U	24	\$ 22,00	\$ 528,00
Hacha para gabinete de incendios	U	24	\$ 25,60	\$ 614,40
BANCO DE VÁLVULAS DE 8"				
Válvula supervisora de 8" UL/FM	U	4	\$ 478,60	\$ 1.914,40
Válvula check o de retención de 8" UL/FM	U	4	\$ 412,00	\$ 1.648,00
Sensor de flujo de 8" UL/FM	U	4	\$ 315,00	\$ 1.260,00
Válvula de drenaje de 2" UL/FM	U	4	\$ 62,00	\$ 248,00
Válvula de alivio de 1/2" UL/FM	U	4	\$ 94,00	\$ 376,00
Manómetro de glicerina de 200 PSI	U	8	\$ 35,00	\$ 280,00
BANCO DE VÁLVULAS DE 2"				
Válvula supervisora de 2" UL/FM	U	3	\$ 189,00	\$ 567,00
Válvula check o de retención de 2" UL/FM	U	3	\$ 109,57	\$ 328,71
Sensor de flujo de 2" UL/FM	U	3	\$ 168,00	\$ 504,00

Válvula de drenaje de 3/4" UL/FM	U	3	\$ 54,00	\$ 162,00
Válvula de alivio de 1/2" UL/FM	U	3	\$ 94,00	\$ 282,00
Manómetro de glicerina de 200 PSI	U	6	\$ 35,00	\$ 210,00
CONEXIÓN PARA CUERPO DE BOMBEROS				
Válvula siamesa de 4" x 2 1/2" x 2 1/2"	U	2	\$ 318,90	\$ 637,80
Válvula check o de retención de 4" UL/FM	U	2	\$ 254,00	\$ 508,00
ROCIADORES AUTOMATICOS PARA INCENDIOS				
Rociador ESFR K 25.2 de 1" colgante	U	345	\$ 53,00	\$ 18.285,00
Rociador ESFR K 16.8 de 1" montante	U	249	\$ 38,00	\$ 9.462,00
Rociador K 5,6 de 1/2" colgante	U	31	\$ 17,00	\$ 527,00
TANQUE Y OBRA CIVIL				
Geomallas, encofrado, refuerzos y fundición para cimentación de tanques	U	1	\$ 21.835,00	\$ 21.835,00
Provisión de tanques con láminas de acero con recubrimiento galvanizado de 200 m ³ , diámetro de 6.60 m y 5.90 m de altura	U	2	\$ 19.824,00	\$ 39.648,00
Materiales para cuarto de bombas para sci de 5m x 5m; con bases de concreto y estructura metálica	U	1	\$ 5.200,00	\$ 5.200,00
Materiales para corte de vía y reposición para tubería enterrada del sistema contraincendios	GLB	1	\$ 1.350,00	\$ 1.350,00
SUBTOTAL				\$ 305.235,60
IVA 12%				\$ 36.628,27
TOTAL				\$ 341.863,87

Fuente: Los autores

4.2.1.2. Costos de mano de obra

Los costos de mano de obra se consideran a los costos de preparación de cada rubro y el montaje o instalación de los mismos.

Tabla 31 Costos de mano de obra

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
Instalación de Equipo de Bombeo, incluye bomba jockey, tableros, tuberías de succión, descarga, retorno, líneas sensoras y tanque de combustible.	GLB	1	\$ 6.500,00	\$ 6.500,00
Instalación de tubería de 10" cedula 40; incluye accesorios	ML	28,5	\$ 39,00	\$ 1.111,50
Instalación de tubería de 8" cedula 40; incluye accesorios	ML	121,8	\$ 30,00	\$ 3.654,00
Instalación de tubería de 6" cedula 40; incluye accesorios	ML	883	\$ 15,00	\$ 13.245,00
Instalación de tubería de 4" cedula 40; incluye accesorios	ML	34	\$ 13,00	\$ 442,00
Instalación de tubería de 3" cedula 40; incluye accesorios	ML	1108	\$ 10,50	\$ 11.634,00
Instalación de tubería de 2 1/2" cedula 40; incluye accesorios	ML	994,9	\$ 8,00	\$ 7.959,20
Instalación de tubería de 2" cedula 40; incluye accesorios	ML	115,55	\$ 6,00	\$ 693,30
Instalación de tubería de 1" cedula 40; incluye accesorios	ML	41,44	\$ 4,50	\$ 186,48
Instalación de gabinete contra incendios; incluye válvulas angulares, cajetín, mangueras, pitón y niple	U	24	\$ 40,00	\$ 960,00
Instalación de banco de válvulas de 8"; incluye válvulas de supervisión, retención, sensora, drenaje, alivio y manómetros	U	4	\$ 55,00	\$ 220,00
Instalación de banco de válvulas de 2"; incluye válvulas de supervisión, retención, sensora, drenaje, alivio y manómetros	U	3	\$ 48,00	\$ 144,00
Instalación de válvula siamesa, incluye válvula de retención, placa y tapas	U	2	\$ 25,00	\$ 50,00
Rociador ESFR K 25.2 de 1" colgante	U	345	\$ 8,00	\$ 2.760,00
Rociador K 16.8 de 1" montante	U	249	\$ 8,00	\$ 1.992,00
Rociador K 5,6 de 1/2" colgante	U	31	\$ 4,00	\$ 124,00
Cimentación del tanque	GLB	1	\$ 3.584,00	\$ 3.584,00
Instalación del tanque para agua del sistema contra incendios	U	2	\$ 2.580,00	\$ 5.160,00

Construcción de cuarto de bombas para SCI	GLB	1	\$ 2.600,00	\$ 2.600,00
Corte de vía y reposición para tubería enterrada del sistema contraincendios	GLB	1	\$ 580,00	\$ 580,00
SUBTOTAL				\$ 63.599,48
IVA 12%				\$ 7.631,94
TOTAL				\$ 71.231,42

Fuente: Los autores

4.2.2. Análisis de costos indirectos

Se conoce como costos indirectos a los gastos generales que permiten la perfecta ejecución de los trabajos excluyendo los costos indirectos que lleva a cabo el contratista. Estos costos engloban los gastos de administración, dirección técnica, organización, vigilancia, el transporte de maquinarias, imprevistos, equipo de construcción, construcción de instalaciones generales, etc.

Son aquellos gastos que no pueden tener aplicación a un producto determinado, como los que se muestran a continuación.

Tabla 32 Costos indirectos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT	PRECIO UNIT	VALOR TOTAL
PERSONAL CONTRATISTA TEMPORAL				
Equipos de seguridad industrial	U	9	\$ 130,00	\$ 1.170,00
GASTOS ADMINISTRATIVOS				
Costos de oficina de obra	GLB	1	\$ 4.712,00	\$ 4.712,00
Costos de oficina central	GLB	1	\$ 450,00	\$ 450,00
MAQUINARIAS				
Maquina ranuradora y roscadora RIDGID 1224	U	1	\$ 13.000,00	\$ 13.000,00
Alquiler de grúa para elevación de planchas del tanque de agua Días: 4	U	4	\$ 480,00	\$ 1.920,00
Contenedor para bodega provisional de materiales y herramientas	U	1	\$ 5.800,00	\$ 5.800,00
Alquiler de grúa elevadora con canastilla para instalación de tuberías en galpón Meses:2	U	2	\$ 3.500,00	\$ 7.000,00
Herramientas menores	GLB	1	\$ 6.230,00	\$ 6.230,00
SUELDOS (7 MESES)				
Gerente de proyecto	U	7	\$ 1.800,00	\$ 12.600,00
Residente de obra 1	U	7	\$ 950,00	\$ 6.650,00
Residente de obra 2	U	7	\$ 950,00	\$ 6.650,00

Bodeguero	U	7	\$ 500,00	\$ 3.500,00
GASTOS NO CONTEMPLADOS				
Imprevistos	GLB	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
Estudio de suelos para cimentación de tanques; incluye: perforaciones de suelo, pruebas de carga, muestras de suelo, informes de laboratorio y análisis de ingenieros geotécnicos	GLB	1	\$ 8.750,00	\$ 8.750,00
SUBTOTAL				\$ 83.432,00
IVA 12%				\$ 10.011,84
TOTAL				\$ 93.443,84

Fuente: Los autores

4.2.3. Presupuesto referencial del proyecto

Una vez sumadas las tablas de costos directos (materia prima/mano de obra) y costos indirectos se obtiene un costo total de inversión para el proyecto de la implementación del sistema hidráulico de extinción contra incendios para la industria láctea de \$506.539,13.

Tabla 33 Costo total del proyecto

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	
COSTO DIRECTO	\$ 413.095,29
COSTO INDIRECTO	\$ 93.443,84
TOTAL	\$ 506.539,13

Fuente: Los autores

4.3 Plan De Mantenimiento preventivo y pruebas del sistema según la Norma NFPA 25

4.3.1 Responsabilidad del personal asignado

El dueño de la edificación o el representante escogido deben ser responsables del correcto mantenimiento del sistema de protección contra incendios a base de agua.

La inspección, prueba y mantenimiento deben ser llevados a cabo por personal calificado y capacitado.

El propietario debe coordinar con la entidad que lleva a cabo las actividades de inspección, prueba y mantenimiento con el fin de minimizar cualquier daño provocado por la descarga de agua.

Donde un representante ha recibido la potestad para la inspección, prueba, mantenimiento y el manejo de las desactivaciones, deberá cumplir con los requisitos establecidos en la NFPA 25. (National Fire Protection Association, 2011)

4.3.2. Notificación de apagado o prueba del sistema.

El dueño de la propiedad o el representante designado debe informar a la autoridad competente y a las instalaciones receptoras de alarma antes de la prueba o apagado de un sistema o de su suministro.

La notificación del apagado o prueba del sistema debe incluir el propósito del apagado o prueba, el sistema o componente involucrado, el horario estimado de apagado o prueba, y la duración prevista del apagado o prueba.

La autoridad competente y las instalaciones receptoras de alarma deben ser notificadas cuando el sistema, suministro o componente vuelvan a ponerse en funcionamiento o cuando la prueba esté finalizada.

Todo esto para enfatizar la atención en las áreas donde el sistema se encuentre apagado o desactivado, a fin de poder actuar de manera inmediata en caso de que se presente un incendio o conato y este no pueda ser notificado por lo antes expuesto.

4.3.3. Frecuencias de las tareas de inspección, prueba y mantenimiento

- **Frecuencia:** Plazo mínimo y máximo entre eventos.
- **Frecuencia diaria:** Que ocurre todos los días.
- **Frecuencia semanal:** Que ocurre una vez por semana calendario.
- **Frecuencia mensual:** Que ocurre una vez por mes calendario.
- **Frecuencia trimestral:** Que ocurre cuatro veces por año, con un mínimo de cada 2 meses y un máximo de cada 4 meses.
- **Frecuencia semestral:** Que ocurre dos veces por año, con un mínimo de cada 4 meses y un máximo de cada 8 meses.
- **Frecuencia anual:** Que ocurre una vez por año, con un mínimo de cada 9 meses y un máximo de cada 15 meses.
- **Frecuencia de cada tres años:** Que ocurre una vez cada 36 meses, con un mínimo de cada 30 meses y un máximo de cada 40 meses.
- **Frecuencia de cada cinco años:** Que ocurre una vez cada 60 meses, con un mínimo de 54 meses y un máximo de cada 66 meses. (National Fire Protection Association, 2011)

4.3.4. Registros

Deben registrarse todas las actividades de inspección, prueba y mantenimiento del sistema y sus componentes.

El propietario debe conservar los registros.

Debe permitirse que los registros se almacenen y accedan electrónicamente.

Los registros deben indicar lo siguiente:

- El procedimiento/actividad llevada a cabo (por ejemplo, inspección, prueba o mantenimiento)
- La organización o contratista que llevó a cabo la actividad
- La frecuencia requerida de la actividad
- Los resultados y fecha de la actividad
- El nombre e información de contacto del propietario o contratista calificado, que incluya a la persona que lidera la actividad

Los registros deben estar disponibles para la autoridad competente al momento de ser requerido.

Los planos de instalación del sistema conforme a obra, cálculos hidráulicos, registros de pruebas de aceptación originales y hojas de datos del fabricante del dispositivo deben ser conservados durante toda la vida útil del sistema.

Los registros subsiguientes deben ser conservados durante un período de 1 año posterior a la siguiente inspección, prueba o mantenimiento de ese tipo requerido por la norma.

4.3.5. Plan de mantenimiento del reservorio/ tanque de almacenamiento de agua

Para este diseño se propone la implementación de 2 tanques de agua sobre superficie de 250 m³ cada uno, que dan un volumen total de reserva contra incendios de 500 m³.

4.3.5.1 Verificación del nivel de agua.

La inspección del nivel de agua debe verificarse mediante el indicador de nivel, donde sea provisto.

El tanque debe estar en el nivel de agua completo o en el nivel de agua de diseño.

4.3.5.2 Temperatura del agua.

La temperatura del agua en los tanques no debe ser menor de 40°F (4°C).

La temperatura del agua en tanques con alarmas de baja temperatura supervisadas de acuerdo con *NFPA 72*, conectadas a una ubicación constantemente atendida debe ser inspeccionada y registrada trimestralmente durante la temporada de calentamiento cuando la temperatura media sea de menos de 40°F (4°C).

La temperatura del agua en tanques sin alarmas de baja temperatura conectadas a una ubicación constantemente atendida debe ser inspeccionada y registrada semanalmente durante la temporada de calentamiento cuando la temperatura media sea de menos de 40°F (4°C). (National Fire Protection Association, 2011)

A continuación, se detallan los requisitos mínimos para la inspección, prueba y mantenimientos de los tanques propuestos.

Tabla 34 Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de tanques de almacenamiento de agua

Ítem	Frecuencia	Referencia
Inspección		
Pasarelas de gato y escaleras	Trimestral	9.2.4.1
Válvulas de retención		Capítulo 13
Válvulas de control		Capítulo 13
Juntas de expansión	Anual	9.2.4.3
Cimientos	Trimestral	9.2.4.1
Sistema de calentamiento — tanques con supervisión de alarmas de baja temperatura conectadas a una ubicación constantemente atendidas	Trimestral	9.2.2.1
Sistema de calentamiento — tanques sin supervisión de alarmas de baja temperatura conectadas a una ubicación constantemente atendidas	Diaria*	9.2.2.2
Anillados y alambrados	Anual	9.2.4.4
Interior — todos los otros tanques	Cada 5 años	9.2.5.1.2
Interior — tanques de acero sin protección contra la corrosión	Cada 3 años	9.2.5.1.1
Superficies pintadas/revestidas	Anual	9.2.4.5
Estructura de soporte	Trimestral	9.2.4.1
Área circundante	Trimestral	9.2.4.2
Tanque — exterior	Trimestral	9.2.4.1
Alarmas de temperatura — conectadas a una ubicación constantemente atendidas	Trimestral*	9.2.3.2
Alarmas de temperatura — no conectadas a una ubicación constantemente atendida	Semanal*	9.2.3.3
Ventilaciones	Trimestral	9.2.4.1
Nivel de agua — tanques equipados con alarmas de supervisión del nivel de agua conectadas a una ubicación constantemente atendida	Trimestral	9.2.1.1
Nivel de agua — tanques sin alarmas de supervisión del nivel de agua conectadas a una ubicación constantemente atendida	Mensual	9.2.1.2
Prueba		
Interruptores de limitación de temperatura alta	Antes de la temporada de calentamiento	9.3.4
Indicadores de nivel	Cada 5 años	9.3.1
Alarmas de baja temperatura del agua	Antes de la temporada de calentamiento	9.3.3
Manómetros	Cada 5 años	Capítulo 13
Sistema de calentamiento de tanques	Antes de la temporada de calentamiento	9.3.2
Prueba de estado de válvulas		Capítulo 13
Alarmas del nivel de agua	Anual	9.3.5
Mantenimiento		
Válvulas de retención	—	Capítulo 13
Válvulas de control	—	Capítulo 13
De tela revestida sostenidos por terraplenes (ESCF)	Cada 2 años o según fabricante	9.4.6.2
Nivel de agua	—	9.4.2

*Clima frío, temporada de calentamiento únicamente.

Fuente: (National Fire Protection Association, 2011)

4.3.6. Plan de mantenimiento del equipo de bombeo contra incendios

Para este diseño se tiene contemplada una bomba centrífuga carcaza partida de 1500 GPM @ 130 PSI con motor de combustión interna (diésel).

La frecuencia mínima de inspección, prueba y mantenimiento debe estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y con la Tabla 34.

Tabla 35 Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de bombas contra incendios

Ítem	Frecuencia	Referencia
Inspección		
Alineación	Anual	8.3.6.4
Aislamiento de cables/conductores	Anual	8.1.1.2.5
Sistema de motor diésel	Semanal	8.2.2(4)
Sistema eléctrico	Semanal	8.2.2(3)
Respiradero del cárter del motor	Trimestral	8.1.1.2.12
Sistema de escape y trampa de condensado de drenaje	Anual	8.1.1.2.13
Conexiones y mangueras flexibles	Anual	8.1.1.2.11
Ventilaciones de tanques de combustible y tuberías de rebose	Anual	8.1.1.2.10
Piezas de fontanería – en interior y exterior de paneles	Anual	8.1.1.2.6
Corrosión en placas de circuitos impresos (PCB)	Anual	8.1.1.2.4
Bomba	Semanal	8.2.2(2)
Caseta/cuarto de bomba	Semanal	8.2.2(1)
Movimiento u holgura longitudinal de ejes durante el funcionamiento	Anual	8.1.1.2.1
Sistema de bombas de vapor	Semanal	8.2.2(5)
Rejillas de succión	Anual	8.3.3.12
Prueba		
Interruptor de transferencia automática	Anual	8.3.3.12
Interruptores de transferencia automática y generadores de emergencia/reserva	Según NFPA 110	8.3.6.1, 8.3.6.2
Bomba contra incendios accionada por motor diésel (sin flujo)	Semanal	8.3.1.1
Pruebas del combustible diésel	Anual	8.3.4.1
Bomba contra incendios accionada por motor eléctrico	Semanal/mensual	8.3.1.2
Módulo de control electrónico (MCE)	Anual	8.3.3.16
Señales de alarma de bomba contra incendios	Anual	8.3.3.13
Medidores de flujo	Anual	8.3.3.5.3
Tanque de combustible, interruptor de flotador y señal de supervisión para espacio intersitial	Trimestral	8.1.1.2.7
Manómetros, transductores y otros dispositivos usados para las pruebas	Anual	8.3.3.5.2
Válvula de alivio de presión principal	Anual	8.3.3.11, 13.5.6.2.3
Condiciones ambientales de caseta/cuarto de bombas		8.3.6.3
Funcionamiento de la bomba (sin flujo)	Semanal/mensual	8.3.2, 8.3.5
Desempeño de la bomba (con flujo)	Anual	8.3.3, 8.3.5
Señal de supervisión para alta temperatura del agua de refrigeración	Anual	8.1.1.2.8
Mantenimiento		
Baterías	Anual	8.1.1.2.15
Filtro del agua circulante	Anual	8.1.1.2.21
Conexiones del cableado de energía y control	Anual	8.1.1.2.16
Controlador y todos los otros componentes del conjunto de montaje de la bomba	Según fabricante	8.5
Sistemas activos de mantenimiento de combustible diésel	Anual o según fabricante	8.3.4.3
Sistema de motor diésel	Según fabricante	8.5
Sistema de motor eléctrico y energía	Según fabricante	8.5
Conexiones eléctricas	Anual	8.1.1.2.2
Aceite lubricante de motores	50 horas operativas o anual	8.1.1.2.17
Filtro de aceite de motor	50 horas operativas o anual	8.1.1.2.18
Filtro de combustible	50 horas operativas o anual	8.1.1.2.19
Tanque de combustible – verificar presencia de agua y materiales extraños	Anual	8.1.1.2.9
Medir contrapresión en turbo de motor	Anual	8.1.1.2.14
Componentes de transmisión de energía con materiales elastoméricos (incluye acoples de torsión)	Cada 5 años o según fabricante	8.1.1.2.23
Manómetros y sensores de presión	Anual	8.1.1.2.22
Acoplamientos y cojinetes de bombas y motores	Anual o según lo requerido	8.1.1.2.3
Ánodo de sacrificio	Anual	8.1.1.2.20

Fuente: (National Fire Protection Association, 2011)

4.3.6.1. Inspección de equipo de bombeo

Tabla 36 Observaciones – Antes del bombeo

Tabla A.8.2.2 Observaciones — Antes del bombeo

Ítem	Antes de poner la bomba en funcionamiento
Bombas horizontales	<ol style="list-style-type: none">1. Inspeccionar los colectores de condensación debajo de los prensaestopas de empaquetadura para un drenaje apropiado. El agua estancada en los colectores de condensación es la causa más común de falla de los cojinetes.2. Inspeccionar el ajuste del empaque – es necesaria aproximadamente una gota por segundo para mantener el empaque lubricado.3. Observar los manómetros de succión y descarga. Las lecturas mayores que la presión de succión indican fugas desde la presión del sistema a través ya sea de la bomba contra incendios o de la bomba reforzadora.

Fuente: (National Fire Protection Association, 2011)

Las correspondientes observaciones visuales especificadas en las siguientes listas de verificación deben llevarse a cabo semanalmente:

(1) Las condiciones de la caseta de la bomba se determinan de la siguiente manera:

- El calor es adecuado, no menor de 40°F (4°C) para el cuarto de bombas con bombas accionadas por motor eléctrico o por motor diésel con calentadores de motor.
- El calor es adecuado, no menor de 70°F (21°C) para el cuarto de bombas con bombas accionadas por motor diésel sin calentadores de motor.
- Las rejillas de ventilación funcionan sin inconvenientes.
- No se acumula exceso de agua en el piso.
- Protección de acoplamientos adecuada.

(2) Las condiciones del sistema de bombas se determinan de la siguiente manera:

- Las válvulas de succión, de descarga y derivación de la bomba están totalmente abiertas.
- Las tuberías no presentan fugas.
- La lectura del manómetro de la línea de succión está dentro del rango aceptable.
- La lectura del manómetro de la línea del sistema está dentro del rango aceptable.
- El reservorio de succión tiene el nivel de agua requerido.
- Las rejillas de succión de pozo húmedo no presentan obstrucciones y están debidamente colocadas.
- Las válvulas de las pruebas de flujo de agua están en la posición de cerradas, la válvula de la conexión de la manguera está cerrada y la línea hacia las válvulas de prueba no contiene agua.

(3) Las condiciones del sistema de motor diésel se determinan de la siguiente manera:

- El tanque de combustible está lleno en al menos dos tercios.
- El interruptor del selector del controlador está en posición automática.
- Las lecturas del voltaje de las baterías (2) están dentro del rango aceptable.

- Las lecturas de la corriente de carga de las baterías (2) están dentro del rango aceptable.
- Las luces del piloto de las baterías (2) están encendidas o las luces del piloto de falla de la batería (2) están apagadas.
- Todas las luces del piloto de la alarma están apagadas.
- El medidor de tiempo de funcionamiento del motor toma la correspondiente lectura.
- El nivel de aceite en el impulsor de los engranajes de ángulo recto está dentro del rango aceptable.
- El nivel de aceite del cárter está dentro del rango aceptable.
- El nivel del agua de refrigeración está dentro del rango aceptable.
- El nivel de electrolitos de las baterías está dentro del rango aceptable.
- Los terminales de las baterías no presentan corrosión.
- El calentador de camisa de agua está funcionando. (National Fire Protection Association, 2011)

4.3.6.2. Prueba de Equipo de Bombeo

Debe llevarse a cabo una prueba sin flujo en las bombas contra incendios accionadas por motor diésel con una frecuencia semanal.

Debe permitirse que la frecuencia de las pruebas sea establecida por un análisis de riesgos aprobado.

La prueba debe llevarse a cabo mediante el arranque automático de la bomba.

La bomba diésel debe funcionar durante un mínimo de 30 minutos.

Las correspondientes observaciones visuales o ajustes especificados en las siguientes listas de verificación deben ser llevados a cabo mientras la bomba está inactiva:

- Registrar las lecturas del manómetro de las presiones de succión y de descarga del sistema.
- Respecto de las bombas que usan sensores de presión electrónicos para controlar el funcionamiento de la bomba contra incendios, registrar la presión actual y las presiones más alta y más baja que se exhiben en el cuaderno de eventos del controlador de la bomba contra incendios donde tal información está disponible sin tener que abrir un controlador energizado de la bomba contra incendios accionada por motor eléctrico.
- Si las presiones más alta o más baja están fuera del rango previsto, registrar toda la información del cuaderno de eventos que contribuye a identificar la anomalía.

Las correspondientes observaciones visuales o ajustes especificados en las siguientes listas de verificación deben ser llevados a cabo mientras la bomba está en funcionamiento:

(1) El procedimiento del sistema de la bomba es el siguiente:

- Registrar la presión de arranque de la bomba en el interruptor de presión o transductor de presión.
- Registrar las lecturas del manómetro de las presiones de succión y de descarga del sistema.
- Inspeccionar los prensaestopas de empaquetadura de la bomba para detectar si hay alguna ligera descarga.
- Ajustar las tuercas de las empaquetaduras, si fuera necesario.
- Inspeccionar para detectar ruidos o vibraciones inusuales.
- Inspeccionar las cajas de empaquetaduras, cojinetes o carcasa de la bomba para detectar si hay sobrecalentamiento.
- Registrar la lectura del interruptor de presión o del transductor de presión y comparar con el manómetro de descarga de la bomba.
- Respecto de las bombas que usan sensores de presión electrónicos para controlar el funcionamiento de la bomba contra incendios, registrar la presión actual y las presiones más alta y más baja que se exhiben en el registro de eventos del controlador de la bomba contra incendios.
- Respecto de las bombas de motor eléctrico y las bombas diésel enfriadas por radiador, verificar la válvula de alivio de la circulación para detectar el funcionamiento para la descarga de agua.

(2) El procedimiento del sistema de motor diésel es el siguiente:

- Observar el tiempo para que el motor arranque.
- Observar el tiempo para que el motor alcance la velocidad de funcionamiento.
- Observar periódicamente el manómetro del aceite del sistema, indicador de velocidad, agua e indicadores de temperatura del aceite mientras el motor está en funcionamiento.
- Registrar cualquier anomalía.
- Inspeccionar el intercambiador de calor para el flujo de agua de refrigeración.

Las correspondientes observaciones visuales, mediciones y ajustes especificados en las siguientes listas de verificación deben ser llevados a cabo mientras la bomba está en funcionamiento y fluye agua en las condiciones del caudal de salida especificado:

(1) En condiciones sin flujo (flujo cero), el procedimiento es el siguiente:

- Inspeccionar la válvula de alivio de recirculación para verificar el funcionamiento descargando agua.
- Inspeccionar la válvula de alivio de presión (si se ha instalado) para verificar el apropiado funcionamiento.

(2) En cada condición con flujo, el procedimiento es el siguiente:

- Donde se proporciona un medio externo sobre el controlador, registrar la corriente y el voltaje del motor eléctrico (todas las líneas).

- Registrar la velocidad de la bomba en rpm.
- Registrar las lecturas simultáneas (aproximadamente) de las presiones de succión y de descarga de la bomba y el flujo de descarga de la bomba.

(3) Para bombas accionadas por motor diésel, no apagar la bomba hasta que haya funcionado durante 30 minutos.

4.3.6.2.1. Evaluación de los resultados de las pruebas de bombas contra incendios.

Los resultados de las pruebas de las bombas contra incendios deben ser evaluados de acuerdo a lo siguiente:

- No debe permitirse aumentar la velocidad del motor más allá de la velocidad certificada de la bomba como un método para cumplir con el desempeño certificado de la bomba.
- Los resultados de las pruebas de las bombas contra incendios deben ser considerados aceptables si se cumplen todas las siguientes condiciones:
 - (1) La bomba contra incendios cumple con los requisitos de flujo y presión del(los) sistema(s) de mayor demanda que están siendo abastecidos por la bomba contra incendios basándose en la información del diseño del sistema suministrada por el propietario.
 - (2) La bomba contra incendios abastece el 100 por ciento del flujo nominal.
 - (3) La presión neta en cada punto de flujo es de al menos el 95 por ciento de uno de los siguientes:
 - Curva original de la bomba del fabricante
 - Curva de prueba de campo original no ajustada
 - Curva de la prueba generada a partir de la placa de identificación de la bomba contra incendios

Ante el incumplimiento de los criterios anteriores, deben requerirse las siguientes acciones:

- El propietario debe ser notificado por escrito sobre los resultados inaceptables de las pruebas.
- Debe llevarse a cabo una investigación sobre la causa de los resultados inaceptables de las pruebas.
- La falla en la provisión de la demanda máxima del sistema debe ser considerada una desactivación.
- La excesiva vibración y/o los componentes excesivamente desgastados o sueltos deben ser considerados una deficiencia.
- La degradación del desempeño que aun así provee la demanda máxima del sistema debe ser considerada una deficiencia no crítica.
- El propietario debe ser notificado por escrito sobre las correcciones concluidas.

4.3.6.2.2. Informes

El propietario debe elaborar y conservar un informe escrito completo de los resultados de las pruebas de las bombas contra incendios.

Mínimamente, el informe debe incluir la siguiente información:

- Todos los datos preliminares necesarios para una evaluación completa del desempeño de la bomba contra incendios, que incluye las presiones de succión y de descarga, las lecturas del voltaje y amperaje, y la velocidad de la bomba a cada tasa de flujo probada
- La demanda del sistema de protección contra incendios, según lo informado por el propietario
- desempeño de la bomba, ya sea satisfactorio o no satisfactorio
- Las deficiencias observadas durante las pruebas e identificadas durante el análisis, con recomendaciones para abordar las deficiencias según sea apropiado
- Los datos de desempeño del fabricante, desempeño real y curvas disponibles de descarga de la bomba requeridos por esta norma
- Los intervalos de retardo de tiempo relacionados con el arranque, parada y transferencia de fuente de energía de la bomba
- Donde sea aplicable, la comparación con los resultados de pruebas previas

4.3.6.3. Mantenimiento de equipo de bombeo

Debe establecerse un programa de mantenimiento preventivo de todos los componentes del conjunto de montaje de la bomba de acuerdo con las recomendaciones del fabricante o un plan de mantenimiento alternativo aprobado.

Deben llevarse registros de todos los trabajos llevados a cabo en la bomba, impulsor, controlador y equipamientos auxiliares.

El programa de mantenimiento preventivo debe ser iniciado inmediatamente después de que el conjunto de montaje de la bomba haya pasado las pruebas de aceptación. (National Fire Protection Association, 2011)

4.3.7. Plan de mantenimiento del sistema de montantes y mangueras

En el diseño se contempla la implementación de bocatomas o llaves de incendio distribuidos alrededor de toda la industria, por lo tanto, deben cumplirse las actividades de inspección, prueba y mantenimiento requeridas a continuación para determinar que los componentes están libres de corrosión, materiales extraños, daños físicos, manipulaciones u otras condiciones que afecten de manera adversa el funcionamiento del sistema.

Tabla 37 Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de montantes y de manguera

Ítem	Frecuencia	Referencia
Inspección		
Gabinete	Anual	6.2.8
Válvulas de control		Capítulo 13
Manómetros		Capítulo 13
Manguera	Anual	6.2.5
Conexión para manguera	Anual	6.2.3
Boquilla de manguera	Anual y después de cada uso	6.2.6
Dispositivo de almacenamiento de manguera	Anual	6.2.7
Letrero informativo del diseño hidráulico	Anual	6.2.2
Válvulas de mangueras		Capítulo 13
Tuberías	Anual	6.2.4
Dispositivos reguladores de presión		Capítulo 13
Prueba		
Válvulas de control		Capítulo 13
Válvulas del sistema		Capítulo 13
Prueba de flujo	Cada 5 años	6.3.1
Manguera		NFPA 1962
Dispositivos reguladores de presión de la conexión para manguera		Capítulo 13
Válvulas de mangueras		Capítulo 13
Prueba hidrostática	5 años	6.3.2
Prueba del drenaje principal		Capítulo 13
Válvula de control de presión		Capítulo 13
Válvula reductora de presión		Capítulo 13
Dispositivos de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)		Capítulo 13
Prueba de estado de válvulas		Capítulo 13
Dispositivos de supervisión de válvulas		Capítulo 13
Dispositivos de alarma de flujo de agua		Capítulo 13
Mantenimiento		
Válvulas de mangueras		Capítulo 13
Válvulas de mangueras		Capítulo 13
Válvulas (todos los tipos)	Anual/según fuera necesario	Capítulo 13

Fuente: (National Fire Protection Association, 2011)

4.3.7.1. Inspección del sistema de columna de agua y mangueras

4.3.7.1.1. Componentes

Los componentes de los sistemas de montantes y de mangueras deben ser visualmente inspeccionados anualmente o según lo especificado en la Tabla 36.

4.3.7.1.2. Letrero informativo del diseño hidráulico.

El letrero informativo del diseño hidráulico para sistemas de montantes debe ser inspeccionado anualmente para verificar que este colocado, fijado de manera segura y que sea legible.

- Un letrero informativo del diseño hidráulico faltante o ilegible debe ser reemplazado.
- Un sistema de montantes no dimensionado por diseño hidráulico debe tener un letrero informativo del diseño hidráulico con la siguiente leyenda: Sistema de cedula de tubería.

4.3.7.1.3. Conexiones para mangueras.

Las conexiones para mangueras deben ser inspeccionadas anualmente para detectar las siguientes condiciones:

- Tapa(s) de válvulas faltantes o dañadas

- Conexión para manguera contra incendios dañada
- Mangos de válvulas faltantes o dañados
- Empaquetaduras de tapas faltantes o deterioradas
- Fugas en la válvula
- Obstrucciones visibles y físicas en las conexiones para mangueras
- Dispositivo de restricción de presión faltante
- Válvula manual, semiautomática o de montante seco no funciona correctamente
- Roscas de válvulas dañadas

4.3.7.1.4. Tuberías.

Las tuberías deben ser inspeccionadas anualmente para detectar las siguientes condiciones:

- Tuberías dañadas
- Válvulas de control dañadas
- Dispositivo de soporte de tubería faltante o dañado (por ejemplo, soporte colgante o arriostramiento sismorresistente faltante o dañado)
- Dispositivo iniciador de señal de supervisión dañado

4.3.7.1.5. Manguera.

La manguera debe ser inspeccionada anualmente para detectar las siguientes condiciones, según lo requerido en NFPA 1962:

- Moho, cortes, abrasiones y deterioro
- Acoples de roscas de manguera dañados
- Empaquetaduras faltantes o deterioradas
- Roscas incompatibles en acople
- Manguera no conectada a válvula ni a niple de soporte de manguera
- Prueba de manguera no actualizada

4.3.7.1.6. Boquilla de manguera.

Las boquillas de las mangueras deben ser inspeccionadas anualmente para detectar las siguientes condiciones:

- Boquilla de manguera faltante
- Empaquetadura faltante o deteriorada
- Obstrucciones
- No funciona correctamente

4.3.7.1.7. Dispositivo de almacenamiento de manguera

Los dispositivos de almacenamiento de mangueras deben ser inspeccionados anualmente para detectar las siguientes condiciones:

- Dificultad para funcionar
- Dañado

- Obstrucción visible o física
- Manguera enrollada o colocada incorrectamente en el soporte
- Clip de boquilla no debidamente colocado y boquilla no correctamente contenida
- Soporte de manguera encerrado en gabinete sin una oscilación de al menos 90 grados

4.3.7.1.8. Gabinete.

Los gabinetes deben ser inspeccionados anualmente para detectar las siguientes condiciones:

- Inspección general para detectar piezas corroídas o dañadas
- Dificultad para abrirse
- Puerta del gabinete no se abre en su totalidad
- Vidrio de la puerta agrietado o roto
- Cerradura del gabinete de tipo de vidrio rompible no funciona apropiadamente
- Dispositivo para rotura de vidrio faltante o no colocado
- No se identifica apropiadamente que contiene equipos contra incendios
- Obstrucciones visibles o físicas
- Todas las válvulas, mangueras, boquillas, extintores, etc., fácilmente accesibles

4.3.7.2. Prueba del sistema de columna de agua y mangueras

Donde los daños por agua sean una posibilidad, debe llevarse a cabo una prueba de aire en el sistema, a 25 psi (1.7 bar) antes de introducir agua en el sistema.

4.3.7.2.1. Pruebas de flujo

Debe llevarse a cabo una prueba de flujo cada 5 años en todos los sistemas de montantes automáticos para verificar que el flujo y la presión en la(s) boca(s) de salida de las válvulas de manguera hidráulicamente más remota(s) sean los requeridos, mientras fluye la demanda del sistema de montantes.

Donde una prueba de flujo de la la(s) boca(s) de salida de las válvulas de manguera hidráulicamente más remota(s) no sea viable, debe consultarse a la autoridad competente para determinar la ubicación más apropiada para la prueba.

Los manómetros que se utilicen para medición durante la prueba deben ser calibrados con una frecuencia mínima anual hasta un nivel de precisión de ± 1 por ciento.

4.3.7.2.2. Pruebas hidrostáticas

Las pruebas hidrostáticas de no menos de 200 psi (13.8 bar) de presión durante 2 horas, o a 50 psi (3.4 bar) por encima de la presión máxima, donde la presión máxima excede

de 150 psi (10.3 bar), deben llevarse a cabo cada 5 años en los sistemas de montantes manuales y en los sistemas de montantes secos semiautomáticos, entre ellos las tuberías de la conexión del cuerpo de bomberos.

No debe requerirse que los montantes húmedos manuales que forman parte de un sistema combinado de rociadores/ montantes sean probados de acuerdo con lo anterior.

La presión de la prueba hidrostática debe medirse en el punto de elevación bajo de la zona o sistema individual que están siendo probados.

Los montantes interiores no deben presentar fugas.

4.3.7.3. Mantenimiento del sistema de columna de agua y mangueras.

El mantenimiento y las reparaciones deben hacerse de acuerdo con el plan de mantenimiento de las válvulas de control y componentes y con la Tabla 37. (National Fire Protection Association, 2011)

Los equipos que no aprueben los requisitos de la inspección y prueba deben ser reparados y probados nuevamente o reemplazados.

4.3.8. Plan de mantenimiento del sistema de rociadores automáticos de agua

En el diseño se contempla la implementación de varios tipos de rociadores en ciertas áreas de la industria láctea, es por ello que, para determinar las frecuencias mínimas requeridas para inspección, prueba y mantenimiento de los mismos, se deben seguir los parámetros establecidos en la siguiente tabla.

Tabla 38 Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de rociadores

Ítem	Frecuencia	Referencia
Inspección		
Evaluación de la condición interna de las tuberías		Capítulo 14
Válvulas de control		Capítulo 13
Conexiones del cuerpo de bomberos		Capítulo 13
Manómetros (sistemas húmedos y de diluvio)		Capítulo 13
Manómetros (sistemas secos y de acción previa)		Capítulo 13
Soportes colgantes/ arriostramientos/otros soportes	Anual	5.2.3
Cima calefactora	Según los requisitos del fabricante	5.2.6
Letrero informativo del diseño hidráulico	Anual	5.2.5
Letreros informativos	Anual	5.2.7, 5.2.8, 5.2.9
Tuberías y accesorios	Anual	5.2.2
Rociadores	Anual	5.2.1
Rociadores (de repuesto)	Anual	5.2.1.4
Dispositivos de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)		5.2.4, Capítulo 13
Válvulas del sistema		Capítulo 13
Dispositivos de señal de supervisión de válvulas		5.2.4, Capítulo 13
Dispositivos de alarma de flujo de agua	Trimestral	5.2.4
Prueba		
Solución anticongelante	Anual	5.3.4
Válvulas de control		Capítulo 13
Manómetros		Capítulo 13
Drenaje principal		Capítulo 13
Rociadores	A los 50 años y cada 10 años a partir de entonces	5.3.1.1.1, 5.3.1.1.1.1, 5.3.1.1.1.2
Rociadores	A los 75 años y cada 5 años a partir de entonces	5.3.1.1.1.5
Rociadores (secos)	A los 15 años y cada 10 años a partir de entonces	5.3.1.1.1.6
Rociadores (tipo soldadura para temperatura extra elevada o mayor)	5 años	5.3.1.1.1.4
Rociadores (respuesta rápida)	A los 20 años y cada 10 años a partir de entonces	5.3.1.1.1.3
Rociadores (entornos adversos)	5 años	5.3.1.1.2
Dispositivos de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)		Capítulo 13
Válvulas del sistema		Capítulo 13
Dispositivos de señal de supervisión de válvulas		Capítulo 13
Dispositivos de alarma de flujo de agua (mecánicos)	Trimestral	5.3.3.1
Dispositivos de alarma de flujo de agua (tipo de interruptor de presión y de alea)	Semestralmente	5.3.3.2
Mantenimiento		
Drenajes de punto bajo (sistemas de tubería seca y de acción previa)		Capítulo 13
Rociadores y boquillas de pulverización automáticas que protegen equipos comerciales de cocina y sistemas de ventilación	Anual	5.4.1.7
Reemplazo de rociadores	Quitados por cualquier motivo	5.4.1
Válvulas (todos los tipos)		Capítulo 13
Investigación		
Obstrucción		Capítulo 14

Fuente: (National Fire Protection Association, 2011)

4.3.8.1. Inspección del sistema de rociadores

Los rociadores deben ser inspeccionados desde el nivel del piso anualmente.

Cualquier rociador que muestre signos de alguno de los siguientes debe ser reemplazado:

- Fugas
- Corrosión que perjudica el desempeño del rociador
- Daño físico
- Pérdida de fluido en el elemento sensible al calor de la bombilla de vidrio

- Carga que perjudica el desempeño del rociador
- Pintura que no sea la aplicada por el fabricante del rociador

Cualquier rociador que haya sido instalado con la orientación incorrecta debe ser corregido reposicionando la línea ramal, la bajante o el montante vertical, o debe ser reemplazado.

Los rociadores instalados en espacios ocultos, tales como por encima de cielorrasos suspendidos, no deben requerir inspección.

Los rociadores instalados en áreas que sean inaccesible por motivos de seguridad debido a las operaciones de procesos deben ser inspeccionados durante cada detención programada.

Los escudos y placas de cubierta para rociadores empotrados, montados a ras y ocultos deben ser reemplazados por sus escudos o placas de cubiertas listados si durante la inspección se observa que faltan.

Donde falte el escudo o placa de cubierta listado de un conjunto de montaje listado y ya no estén comercialmente disponibles, debe reemplazarse el rociador.

No debe requerirse que los escudos de rociadores colgantes que no estén empotrados, montados al ras ni ocultos sean reemplazados si durante la inspección se observa que faltan.

Las existencias de rociadores de repuesto deben ser inspeccionadas anualmente para verificar lo siguiente:

- La cantidad y tipo correctos de rociadores
- Una llave para rociadores para cada tipo de rociador
- La lista de rociadores de repuesto

4.3.8.2. Prueba del sistema de rociadores

Donde los rociadores han estado instalados durante 50 años, deben ser reemplazados o deben probarse muestras representativas de una o más áreas de muestra.

Los procedimientos de las pruebas deben repetirse a intervalos de cada 10 años.

Los rociadores fabricados con elementos para respuesta rápida que han estado instalados durante 20 años deben ser reemplazados o deben probarse muestras representativas y ser nuevamente probadas a intervalos de cada 10 años.

Muestras representativas de rociadores de tipo soldadura con una clasificación de temperatura de extra elevada [325°F (163°C)] o mayor, que estén expuestos a condiciones semicontinuas a continuas de temperatura ambiente máxima permitida deben ser probados a intervalos de cada 5 años.

Los rociadores expuestos a entornos adversos, entre los que se incluyen atmósferas corrosivas deben ser:

- Reemplazados
- Probados mediante muestras representativas de rociadores cada 5 años

Debe permitirse que rociadores listados, resistentes a la corrosión, instalados en entornos adversos sean probados cada 10 años.

4.3.8.3. Mantenimiento del sistema de rociadores

Donde un rociador ha sido quitado por algún motivo, no debe ser reinstalado.

Los rociadores de reemplazo deben tener las características adecuadas para la aplicación prevista, lo que incluye lo siguiente:

- Estilo
- Tamaño de orificio y factor K
- Rango de temperatura
- Revestimiento, si tuviera alguno
- Tipo de deflector (por ejemplo, montante, colgante, de pared lateral)
- Requisitos del diseño

Solo deben usarse rociadores nuevos, listados para reemplazar a los rociadores existentes.

Los rociadores especiales y de respuesta rápida, según se define en NFPA 13, deben ser reemplazados por rociadores del mismo orificio, tamaño, rango de temperatura y características de respuesta térmica, y factor K.

Debe mantenerse un abastecimiento de al menos seis rociadores de repuesto en las instalaciones, de manera que cualquier rociador que haya funcionado de manera irregular o presente algún tipo de daño pueda ser reemplazado de inmediato.

Los rociadores deben ser del mismo tipo y rango de temperatura que los de los rociadores instalados en la propiedad.

Las existencias de rociadores de repuesto deben incluir todos los tipos y rangos instalados y deben ser las siguientes:

- Para instalaciones protegidas con menos de 300 rociadores — no menos de 6 rociadores
- Para instalaciones protegidas con 300 a 1000 rociadores no menos de 12 rociadores
- Para instalaciones protegidas con más de 1000 rociadores no menos de 24 rociadores

Deberá proveerse una llave para rociadores en el gabinete, según lo especificado por el fabricante del rociador, para cada tipo de rociador instalado con el fin de que sea utilizada para quitar e instalar rociadores en el sistema.

Una lista de los rociadores instalados en la propiedad debe ser colocada en el gabinete de los rociadores. La lista debe incluir lo siguiente:

- Número de identificación del rociador (sprinkler identification number o SIN), si lo tuviera; o el fabricante, modelo, orificio, tipo de deflector, sensibilidad térmica y clasificación de presión
- Descripción general
- Cantidad de cada tipo que va a ser contenida en el gabinete
- Fecha de emisión o de modificación de la lista. (National Fire Protection Association, 2011)

4.3.9. Plan de mantenimiento de las válvulas y componentes

El dueño de la propiedad o el representante designado deben tener la bibliografía del fabricante disponible para impartir instrucciones específicas para la inspección, prueba y mantenimiento de las válvulas y equipamientos afines.

Todas las válvulas del sistema deben estar protegidas contra daños físicos y deben ser accesibles.

Debe emplearse la siguiente tabla para determinar las frecuencias mínimas requeridas para inspección, prueba y mantenimiento.

Tabla 39 Resumen de inspección, prueba y mantenimiento de válvulas, componentes de válvulas y guarniciones

Ítem	Frecuencia	Referencia
Inspección		
<i>Válvulas de alarma</i>		
Exterior	Trimestral	13.4.1.1
Interior	Cada 5 años	13.4.1.2
Filtros de succión, otros filtros, orificios	Cada 5 años	13.4.1.2
<i>Conjuntos de montaje de prevención de contraflujo</i>		
Presión reducida	Semanal	13.7.1
Detectores de presión reducida	Semanal	13.7.1
Interior	Cada 5 años	13.7.1.3
<i>Válvulas de retención</i>		
Interior	Cada 5 años	13.4.2.1
<i>Válvulas de control</i>		
Todas las válvulas, excepto aquellas bloqueadas o supervisadas	Semanal	13.3.2.1
Bloqueadas o supervisadas	Mensual	13.3.2.1.1
Eléctricamente supervisadas	Trimestral	13.3.2.1.2
<i>Válvulas de tubería seca/ Dispositivos de apertura rápida</i>		
Cerramiento (durante clima frío)		Capítulo 4
Exterior	Mensual	13.4.5.1.2
Interior	Anual	13.4.5.1.3
Filtros de succión, otros filtros, orificios	Cada 5 años	13.4.5.1.4
Alarma de temperatura baja	Anual	Capítulo 4
<i>Válvulas de diluvio</i>		
Cerramiento (durante clima frío)	Diaria/semanal	Capítulo 4
Exterior	Mensual	13.4.4.1.1
Interior	Anual/cada 5 años	13.4.4.1.2
Filtros de succión, otros filtros, orificios	Cada 5 años	13.4.4.1.3
<i>Conexiones del cuerpo de bomberos</i>		
	Trimestral	13.8.1
<i>Manómetros</i>		
	Mensual/trimestral	13.2.5
<i>Válvulas de mangueras</i>		
	Trimestral	13.6.1
<i>Válvulas de acción previa</i>		
Cerramiento (durante clima frío)		Capítulo 4
Exterior	Mensual	13.4.3.1.1
Interior	Anual/cada 5 años	13.4.3.1.2
Filtros de succión, otros filtros, orificios	Cada 5 años	13.4.3.1.3
<i>Válvulas reguladoras y de alivio de presión</i>		
Reguladoras de presión maestras	Semanal	13.5.4.1
Reductoras de presión de sistemas de rociadores	Trimestral	13.5.1.1
Reguladoras de presión de conexiones para mangueras	Anual	13.5.2.1
Reguladoras de presión de soportes de mangueras	Anual	13.5.3.1
Alivio de circulación de bombas contra incendios	Con la prueba sin flujo	13.5.6.1
Válvulas principales de alivio de presión de bombas contra incendios	Con la prueba de la bomba contra incendios	13.5.6.2.1
<i>Dispositivo iniciador de señal de supervisión de válvulas</i>		
	Trimestral	13.3.2.1.3
<i>Dispositivos de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)</i>		
	Trimestral	13.2.6.1
Prueba		
<i>Conjuntos de montaje de prevención de contraflujo</i>		
	Anual	13.7.2
<i>Válvulas de control</i>		
Funcionamiento y posición	Anual	13.3.3.1
Prueba de estado de válvulas	Después de que la válvula de control es cerrada y nuevamente abierta	13.3.3.4
De supervisión	Semestral	13.3.3.5
<i>Válvulas de diluvio</i>		
Prueba de activación	Anual/cada 3 años	13.4.4.2.3

Tabla 13.1.1.2 Continúa

Ítem	Frecuencia	Referencia
<i>Válvulas de tubería seca/ Dispositivos de apertura rápida</i>		
Fugas de aire	Cada 3 años	13.4.5.2.9
Agua de cebado	Trimestral	13.4.5.2.1
Alarma de baja presión de aire	Anual	13.4.5.2.6
Dispositivos de apertura rápida	Trimestral	13.4.5.2.4
Prueba de activación	Anual	13.4.5.2.2
Prueba de activación con flujo completo	Cada 3 años	13.4.5.2.2.2
<i>Manómetros</i>	Cada 5 años	13.2.5.2
<i>Drenajes principales</i>	Anual/trimestral	13.2.3
<i>Válvulas de acción previa</i>		
Agua de cebado	Trimestral	13.4.3.2.1
Alarmas de baja presión de aire	Trimestral	13.4.3.2.1.1
Prueba de activación	Anual/cada 3 años	13.4.3.2.2 y 13.4.3.2.3
Fugas de aire	Cada 3 años	13.4.3.2.6
Alarma de temperatura baja	Anual	13.4.3.2.12
<i>Válvulas reguladoras y de alivio de presión</i>		
Reguladoras de presión maestras	Trimestral/anual	13.5.4.2 y 13.5.4.3
Reductoras de presión de sistemas de rociadores	Anual/cada 5 años	13.5.1.3 y 13.5.1.2
Reguladoras de presión de conexiones para mangueras	Anual/cada 5 años	13.5.2.2 y 13.5.2.3
De alivio de circulación de bombas contra incendios	Anual/cada 5 años	13.5.3.3 y 13.5.3.2
Válvulas de alivio de presión de bombas contra incendios	Con la prueba de la bomba contra incendios	13.5.6.2.2
<i>Válvulas de mangueras</i>	Anual/cada 3 años	13.6.2
<i>Alarmas de flujo de agua</i>	Trimestral/semestral	13.2.4
<i>Dispositivos de señal de supervisión (excepto interruptores de supervisión de válvulas)</i>	Anual	13.2.6.2
Mantenimiento		
<i>Válvulas de alarma</i>	Según fabricante	13.4.1.3
<i>Conjuntos de montaje de prevención de contraflujo</i>	Según fabricante	13.7.3
<i>Válvulas de retención</i>	Según fabricante	13.4.2.2
<i>Válvulas de control (esclusa de vástago ascendente)</i>	Anual	13.3.4
<i>Válvulas de diluvio</i>	Anual/cada 5 años	13.4.4.3
<i>Válvulas de tubería seca/ Dispositivos de apertura rápida</i>	Anual	13.4.5.3
<i>Válvulas de mangueras</i>	Según sea necesario	13.6.3
<i>Válvulas de acción previa</i>	Anual/cada 5 años	13.4.3.3

Fuente: (National Fire Protection Association, 2011)

4.3.9.1. Inspección de las válvulas y componentes

Los manómetros deben ser inspeccionados inspeccionar mensualmente para verificar que los manómetros estén operativos y no físicamente dañados.

Los manómetros que monitorean la presión de agua deben ser inspeccionados trimestralmente para verificar que se esté manteniendo la presión normal del suministro de agua.

Todas las válvulas deben ser inspeccionadas semanalmente.

Debe permitirse que las válvulas aseguradas con bloqueos o supervisadas de acuerdo con las normas de NFPA aplicables sean inspeccionadas mensualmente.

Debe permitirse que las válvulas eléctricamente supervisadas sean inspeccionadas trimestralmente.

Los dispositivos de alarma de supervisión de las válvulas de control deben ser inspeccionados trimestralmente para verificar que estén libres de daños físicos.

La inspección de la válvula de control debe verificar que las válvulas estén en las siguientes condiciones:

- En posición normal abierta o cerrada

- Selladas, bloqueadas (candados) o supervisadas
- Accesibles
- Válvulas indicadoras de poste
- Libres de fugas externas
- Provistas de la identificación apropiada

Las válvulas de mangueras deben ser inspeccionadas trimestralmente para verificar que estén en las siguientes condiciones:

- Tapas de mangueras están debidamente colocadas y no presentan daños.
- Roscas de mangueras no presentan daños.
- Mangos de válvulas presentes y sin daños.
- Empaquetaduras no dañadas ni muestran signos de deterioro.
- No se observan fugas.
- Válvulas no obstruidas ni incapaces de un funcionamiento normal por otros motivos.

Las conexiones del cuerpo de bomberos deben ser inspeccionadas trimestralmente para verificar lo siguiente:

- Las conexiones del cuerpo de bomberos son visibles y accesibles.
- Los acoplamientos o eslabones giratorios no están dañados y rotan sin inconvenientes.
- Los tapones o tapas están debidamente colocados y no presentan daños.
- Las empaquetaduras están debidamente colocadas.
- Los letreros de identificación están debidamente colocados.
- La válvula de retención no presenta fugas.
- La válvula automática de drenaje está debidamente colocada y funciona apropiadamente.
- La(s) charnela(s) de la conexión del cuerpo de bomberos esta/n debidamente colocada(s) y funciona/n apropiadamente.
- Se inspecciona el interior de la conexión para detectar si hay obstrucciones.
- Las tuberías visibles que abastecen a la conexión del cuerpo de bomberos no presentan daños.

Anualmente deben llevarse a cabo inspecciones interiores si se instalan tapas de bloqueo o tapones de bloqueo aprobados.

Los componentes deben ser reparados o reemplazados según sea necesario de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Cualquier obstrucción presente debe ser quitada.

Las tuberías que se extienden desde la conexión del cuerpo de bomberos hasta la válvula de retención del cuerpo de bomberos deben ser hidrostáticamente probadas a 150 psi (10 bar) durante 2 horas al menos una vez cada 5 años.

4.3.9.2. Prueba de las válvulas y componentes

Se debe llevar a cabo una prueba del drenaje principal anualmente de cada entrada del suministro de agua al sistema de protección contra incendios a base de agua del edificio para determinar si ha habido algún cambio en la condición del suministro de agua.

Cada válvula de control debe ser puesta en funcionamiento anualmente en todo su rango y retornarse a su posición normal.

Las válvulas indicadoras de poste deben abrirse hasta que se sienta la torsión o el resorte en la varilla, lo que indica que la varilla no se ha desprendido de la válvula.

Esta prueba debe llevarse a cabo cada vez que se cierra la válvula.

Las válvulas indicadoras de poste y las válvulas esclusas de vástago ascendente (OS&Y) deben hacerse retornar un cuarto de giro desde la posición de totalmente abierta para evitar atascamientos.

Debe llevarse a cabo una prueba del estado de la válvula cada vez que la válvula de control se cierra y se vuelve a abrir en el montante del sistema.

Las válvulas de mangueras de los sistemas de montantes Clase I y Clase III deben ser probadas anualmente abriendo y cerrando las válvulas completamente.

Las válvulas de mangueras de los sistemas de montantes Clase I y Clase III que sean complejas para poner en funcionamiento o presenten fugas deben ser reparadas o reemplazadas.

Las válvulas de mangueras de estaciones de mangueras anexas a sistemas de rociadores y a sistemas de montantes Clase II deben ser probadas cada 3 años abriendo y cerrando las válvulas.

4.3.9.3. Mantenimiento de las válvulas y componentes

Los vástagos operativos de las válvulas esclusas de vástago ascendente (OS&Y) deben ser lubricados anualmente. La válvula debe luego ser completamente cerrada y reabrirse para probar su funcionamiento y distribuir el lubricante.

Los componentes internos de las válvulas de retención deben ser limpiados, reparados o reemplazados según sea necesario de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Las válvulas de mangueras que no funcionan sin inconvenientes o no se abren completamente se deben lubricar, reparar o reemplazar.

El mantenimiento de todos los conjuntos de montaje de interrupción de contraflujo debe hacerlo una persona calificada y cumplir con las instrucciones de fabricante de acuerdo con el procedimiento y las políticas de la autoridad competente. (National Fire Protection Association, 2011)

CONCLUSIONES

Se diseñó un sistema contra incendios basado en los parámetros establecidos en las NFPA 1, 13, 14, 15, 20, 22, 25 y 101 y el Registro Oficial No. 114 - Reglamento De Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios, que es el documento de referencia utilizado por la autoridad competente de la ciudad (Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil).

Se determinó que la edificación no puede ser evaluada según el tipo de riesgo a pesar de tener una ocupación de fabricación y procesamiento de productos lácteos correspondiente al riesgo ordinario 2, debido a que la edificación cuenta con áreas de almacenamiento con mayor nivel de combustibilidad, lo que implicó evaluar a la edificación según la clasificación de sus distintas mercancías.

Se seleccionó para las áreas de bodega rociadores del tipo ESFR, que, a pesar de ser un rociador con un consumo de agua considerable, se consideró conveniente debido a la velocidad de su respuesta y capacidad de supresión.

Se ubicó las bocatomas o llaves de incendio y los bancos de válvulas en puntos de fácil acceso para las brigadas o personal de la industria láctea.

Se calculó una capacidad total de 1762 GPM y 118.20 PSI para gabinetes y rociadores, seleccionando de este modo una bomba de 1500 GPM a 130 PSI del tipo centrifuga horizontal con carcasa partida, que abastece hidráulicamente hasta el punto más remoto de la red, de tal forma que todas las áreas de la edificación se encuentren protegidas.

Se elaboró la estimación económica de la implementación del diseño propuesto desde la compra de materiales hasta la puesta en marcha del sistema contra incendios, teniendo un presupuesto final valorado en \$506.539,13; que incluye los costos directos e indirectos de la obra.

Se indicó los procedimientos a realizar para la inspección, prueba y mantenimiento de cada uno de los componentes que conformarán el sistema contra incendios.

RECOMENDACIONES

No se deberán exceder las alturas de almacenamiento ya establecidas en las áreas de bodega, debido a que los rociadores propuestos fueron seleccionados en base a esa información y en el caso de modificarse no se obtendrá la supresión esperada.

Al momento de realizarse la implementación del sistema se deberá revisar que cada uno de los componentes, equipos y accesorios a instalar cuenten con la certificación UL/FM para su uso en sistemas contra incendios y a su vez que el personal técnico a cargo de la ejecución cuente con experiencia y conocimientos sobre estos sistemas.

Se deberán registrar los mantenimientos de cada uno de los componentes del sistema en base a las frecuencias establecidas en la NFPA 25, a fin de mantener la operatividad del sistema y garantizar la vida útil de todos los componentes y equipos.

Organizar capacitaciones o crear brigadas contraincendios dentro de la industria láctea, de tal forma que se garantice el buen manejo de todos los componentes del sistema y la capacidad de respuesta ante cualquier eventualidad o conato.

BIBLIOGRAFÍA

CLA-VAL . (s.f.). *CLA-VAL America Latina*. Obtenido de <https://www.cla-val-latinamerica.com/>

Czajkowski, J., Gómez, & Calisto, A. (2016). *SEDICI*. Obtenido de Instalaciones sanitarias. Incendios: prevención, extinción e instalaciones: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/84470>

Flore, A. V. (2018). *DISEÑO Y SELECCIÓN DE SISTEMAS CONTRAINCENDIO EN PLANTAS ENVASADORAS DE GLP*. Babahoyo, Ecuador: Centro de Investigación y Desarrollo Profesional CIDEPRO. Obtenido de [325817910_DISEÑO_Y_SELECCIÓN_DE_SISTEMAS_CONTRAINCENDIO_EN_PLANTAS_ENVASADORAS_DE_GLP](https://repositorio.unl.edu.ar/handle/10915/84470)

HIPÓLITO, C. L. (SEPTIEMBRE de 2019). *DISEÑO DEL SISTEMA HIDRAULICO CONTRA INCENDIOS EN GUAYAQUIL, GUAYAS, ECUADOR*: UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.

JEISON ALEJANDRO, M. P. (20 de Abril de 2017). *DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS DE EXTINCIÓN Y DETECCIÓN*. Bogota, Colombia. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/6037/MolanoJeisonRodriguez?sessionid=9CD950198DD5A270D02DF832A89BDB2A?sequence=1>

Kennedy, U. E. (julio de 2018). Obtenido de <https://www.idiger.gov.co/documents/220605/314085/Escenario+de+Riesgo+por+Incendio+Estructural.pdf/48aae409-704f-494f-a20b-da510ca19cc6#:~:text=Un%20incendio%20es%20una%20ocurrencia,lesiones%20graves%20o%20lesiones%20mortales>.

Muñoz, J. L. (2015). *Métodos de extinción y agentes extintores*. Obtenido de CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - BARCELONA: https://saludlaboralydiscapacidad.org/wp-content/uploads/2019/04/ntp_099_metodos_extincion.pdf

National Fire Protection Association. (2011). *NFPA 25 Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Protección contra Incendios*. Quincy, Estados Unidos.

National Fire Protección Association. (2013). *NFPA 14 Norma para la instalación de sistemas de Tubería vertical y Mangueras*. Quincy, Estados Unidos.

National Fire Protection Association. (2016). *NFPA 20 Norma para la instalacion de Bombas Estacionarios para proteccion contra incendios*. Quincy, Estados Unidos.

National Fire Protection Association. (2019). *NFPA 13 Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*. Quincy, Estados Unidos .

Newsletter. (s.f.). *RegionDigital*. Obtenido de <https://www.regiondigital.com/noticias/reportajes/307568-sistemas-contraincendios-la-mejor-inversion-de-proteccion-en-las-empresas.html>

OBS. (s.f.). *OBS Business School*. Obtenido de <https://www.obsbusiness.school/blog/costos-directos-e-indirectos-de-un-proyecto>

PIERRE, G. A. (Septiembre de 2019). EVALUACION Y DIAGNOSTICO DE UN SISTEMA CONTRA INCENDIO PARA UN CENTRO DE ALMACENAMIENTO EN MIRADOR DEL NORTE DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL. Guayaquil, Guayas , Ecuador: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51141/1/BMAT-S%2070-2019-Ing.%20CIVIL%20-%20GOYA%20%20ARAUJO%20JOFFRE%20JEAN%20PIERRE.pdf>

PREFIRE INNOVATION HUB. (s.f.). *Prefire Powering fire Safey*. Obtenido de <https://www.prefire.es/hub/2012/01/rociadores-esfr-early-supression-fast-response/>

Roberto, C. M. (Noviembre de 2019). Propuesta para la automatización de sistema contra incendio de comunicación. Guayaquil. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18096>

RODRIGUEZ, J. A. (s.f.). Instalaciones de protección contra incendios. En J. A. RODRIGUEZ. Madrid: FC EDITORIAL.

SCALE SA de CV. (2017). *Automatización y control* . Obtenido de <http://www.scale.com.mx/>

Shanghai Iron Man Fire Fighting Equipment Co., Ltd. (s.f.). *IRON MAN Fire Preventions & Service*. Obtenido de <http://firefighting-tool.com/2018/6-6-pressure-regulating-fire-hose-valve.html>

TEXIN Ltda,. (s.f.). *TEXIN* . Obtenido de <https://texin.com.co/soportes/>

Victaulic. (s.f.). *Victaulic*. Obtenido de <https://es.victaulic.com/>

Ybirma, L. (14 de 07 de 2019). *Contra incendio*. Obtenido de <http://www.contraincendio.com.ve/tanques-para-agua-contraincendio/>

ANEXOS

Anexo 1 Ficha técnica rociador k 5.6

1. DESCRIPTION

The Viking VK1021 Standard Response Pendent Sprinkler is a small thermosensitive glass bulb spray sprinkler available with various finishes and temperature ratings to meet design requirements. The special Polyester and Electroless Nickel PTFE (ENT) coatings can be used in decorative applications where colors are desired. In addition, these coatings have been investigated for installation in corrosive environments and are Listed and Approved as indicated in the Approval Chart.

2. LISTINGS AND APPROVALS



UL Listed: Category VNIV



FM Approved: Classes 2017, 2015, 2043

Refer to the Approval Chart and Design Criteria for requirements that must be followed.

3. TECHNICAL DATA

Specifications:

Minimum Operating Pressure: 7 psi (0.5 bar)

Rated to: UL - 250 PSI (17.2 bar) WWP

FM - 175 PSI (12 bar) WWP

Factory tested hydrostatically to 500 psi (34.5 bar).

Thread size: 1/2" NPT (15 mm BSPT)

Nominal K-factor: 5.6 U.S. (80.6 metric*)

Glass-bulb fluid temperature rated to -65 °F (-55 °C)

* Metric K-factor measurement shown is in Bar. When pressure is measured in kPa, divide the metric K-factor shown by 10.0.

Material Standards:

Sprinkler Body: Brass CW602N, UNS-C84400 or QM Brass

Deflector: Stainless Steel UNS S30400

Pip Cap Shell - Stainless Steel UNS-S44400

Pip Cap Disc - Stainless Steel UNS-S30100

Belleville Spring - Nickel Alloy

Pip Cap Seal - Polytetrafluoroethylene (PTFE)

Compression Screw: Brass CW612N, CW508L, UNS-C36000 or UNS-C26000

Shipping Cap: Polyethylene

Bulb: Glass, nominal 5 mm diameter

Finishes and Temperatures:

Finish	Brass	Chrome	White Polyester	Black Polyester	ENT	
Suffix	A	F	M-W	M-B	JN	
Temperature	135 °F (57 °C)	155 °F (68 °C)	175 °F (79 °C)	200 °F (93 °C)	286 °F (141 °C)	Open
Suffix	A	B	D	E	G	Z

Ordering Information: (Refer to Table 1 and the current Viking List Price Book.)

4. INSTALLATION

Refer to appropriate NFPA, FM Global, and/or any other applicable installation standards.

5. OPERATION

During fire conditions, when the temperature around the sprinkler reaches its operating temperature, the heat-sensitive liquid in the glass bulb expands, causing the bulb to shatter, releasing the pip cap assembly. Water flowing through the sprinkler orifice strikes the sprinkler deflector, forming a uniform spray pattern to extinguish or control the fire.

6. INSPECTIONS, TESTS AND MAINTENANCE

Refer to NFPA 25 for Inspection, Testing and Maintenance requirements.

7. AVAILABILITY

Viking Sprinkler Model VK1021 is available through a network of domestic and international distributors. See The Viking Corporation web site for the closest distributor or contact The Viking Corporation.

8. GUARANTEE

For details of warranty, refer to Viking's current list price schedule or contact Viking directly.

Form No. F_020416 19.09.23 Rev 19.6

Replaces F_020416 Rev. 19.5
(added 250 PSI rated PN for UL)



TABLE 1: ORDERING INFORMATION

Instructions: Using the sprinkler base part number,
 (1) add the suffix for the desired Finish
 (2) add the suffix for the desired Temperature Rating.

Sprinkler Base Part No.	Size		1: Finishes		2: Temperature Ratings			
	NPT Inch	BSPT mm	Description	Suffix ¹	Nominal Rating	Bulb Color	Max. Ambient Ceiling Temperature ³	Suffix
19915	1/2	--	Brass	A	135 °F (57 °C)	Orange	100 °F (38 °C)	A
19927 ⁷	--	15	Chrome	F	155 °F (68 °C)	Red	100 °F (38 °C)	B
23099 ⁷	1/2		White Polyester ^{4,6}	M-/W	175 °F (79 °C)	Yellow	150 °F (65 °C)	D
			Black Polyester ^{4,6}	M-/B	200 °F (93 °C)	Green	150 °F (65 °C)	E
			ENT ^{4,5,6}	JN	286 °F (141 °C)	Blue	225 °F (107 °C)	G
					OPEN	--	--	Z

Example: 19915MB/W = VK1021 with White Polyester Finish and 155 °F (68 °C) Nominal temperature rating. This sprinkler is to be installed into an area with a maximum ambient temperature of 100 °F (38 °C) meaning if the area will experience temperatures above the maximum ambient rating, you shall use a higher temperature-rated sprinkler.

Accessories

Sprinkler Wrenches (see Figure 1):

- A. Installer Wrench: Part No. 22055.
- B. Cabinet Wrench: Part No. 20901M/B.
- C. Recessed Socket Wrench: Part No. 20951M/B².
- D. Straight Wrench: Part No. 22940MB

Sprinkler Cabinet:

- A. Up to 6 sprinklers: Part number 01724A.
- B. 6-12 Sprinklers: Part number 01725A.

Footnotes

- ¹ Where a dash (-) is shown in the Finish suffix designation, insert the desired Temperature Rating suffix. See example above.
- ² Requires a 1/2" ratchet which is not available from Viking.
- ³ Based on NFPA 13, NFPA 13R, and NFPA 13D. Other limits may apply, depending on fire loading, sprinkler location, and other requirements of the Authority Having Jurisdiction. Refer to specific installation standards.
- ⁴ UL Listed as corrosion resistant.
- ⁵ FM Approved as corrosion resistant.
- ⁶ The corrosion resistant coatings have passed the standard corrosion test required by the approving agencies indicated in the Approval Chart. These tests cannot and do not represent all possible corrosive environments. Prior to installation, verify through the end-user that the coatings are compatible with or suitable for the proposed environment. For automatic sprinklers, the ENT coating is applied to all exposed exterior surfaces, including the waterway.
- ⁷ UL Listed for 250 PSI (17.2 bar) WWP.

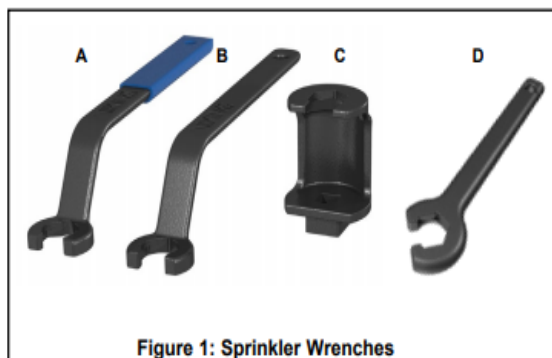


Figure 1: Sprinkler Wrenches

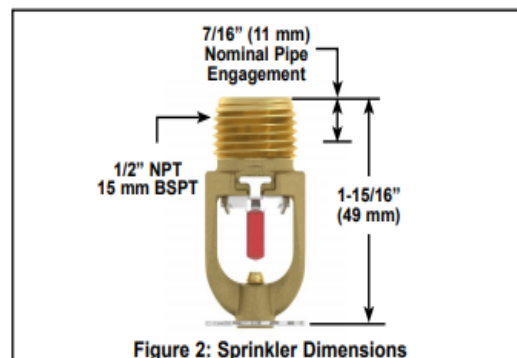
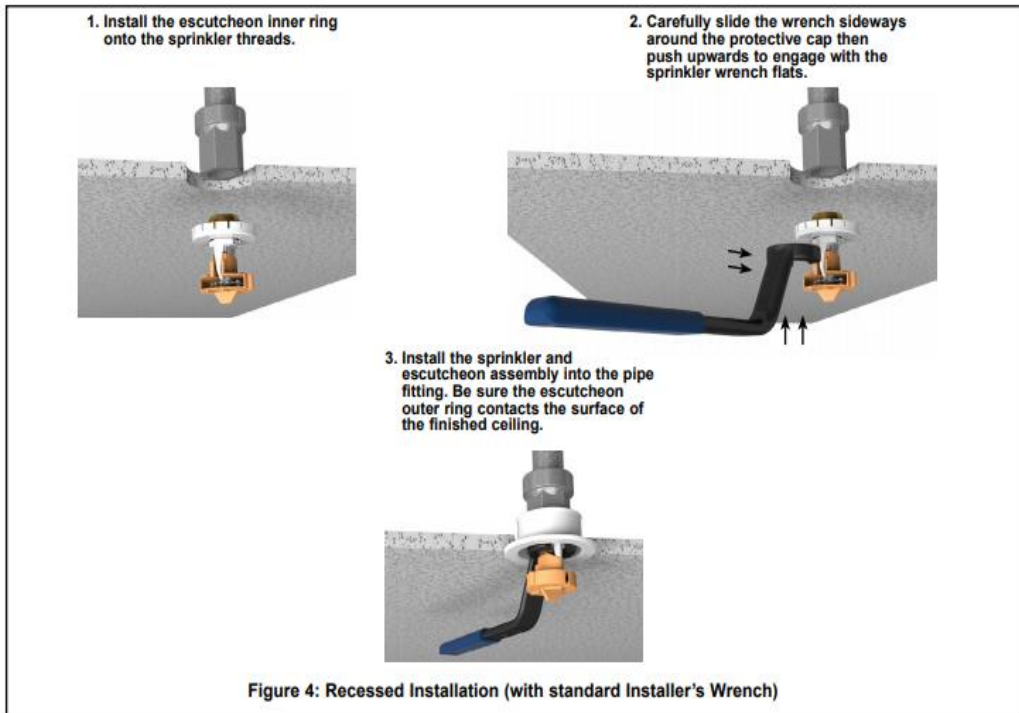
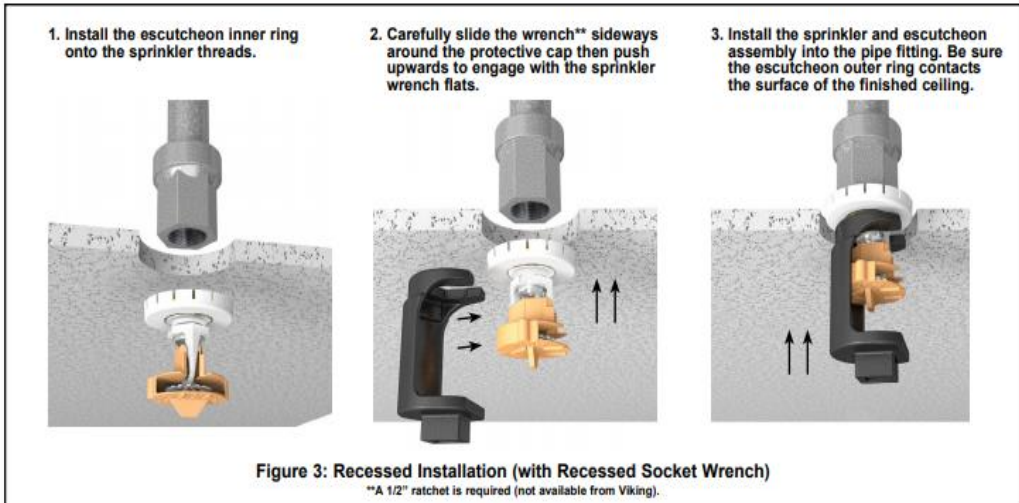
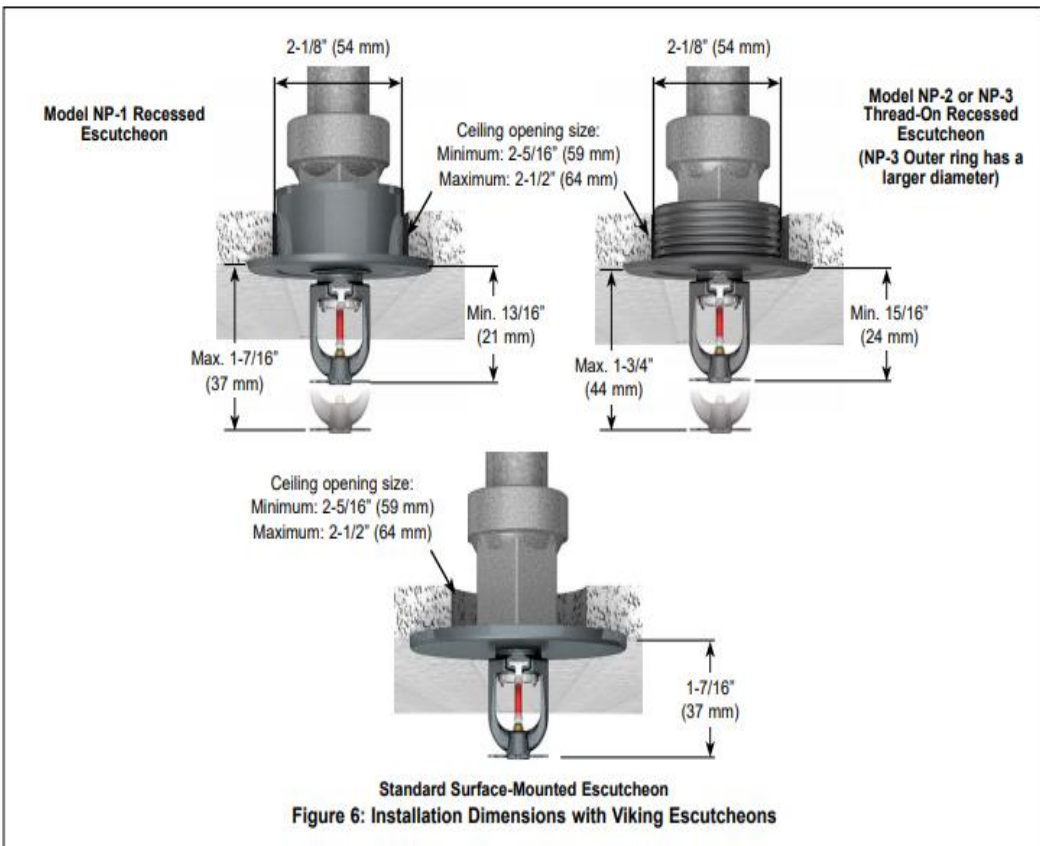
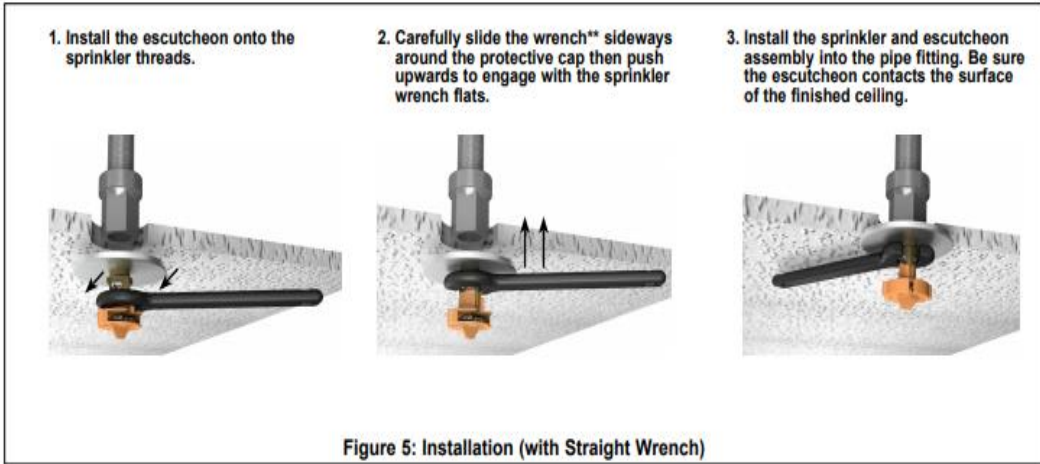


Figure 2: Sprinkler Dimensions

APPROVAL CHART						
Viking Standard Response Pendent Sprinkler VK1021 K5.6 (80.6 metric)						
Sprinkler Base Part Number ¹	Thread Size		Listings and Approvals ²			
	NPT	BSPT	cULus		FM	
	Inch	mm	Approval Code(s)	Maximum WWP	Approval Code(s)	Maximum WWP
19915	1/2	--	A1, B2X, B3Y	175 PSI (12 bar)	A1, B2X, B3Y	175 PSI (12 bar)
19927	--	15	A1, B2X, B3Y	250 PSI (17.2 bar)	A1, B2X, B3Y	175 PSI (12 bar)
23099	1/2	--	A1, B2X, B3Y	250 PSI (17.2 bar)	A1, B2X, B3Y	175 PSI (12 bar)
Approved Temperature Rating Codes:						
A = 135 °F (57 °C), 155 °F (68 °C), 175 °F (79 °C), 200 °F (93 °C) and 286 °F (141 °C) B = 135 °F (57 °C), 155 °F (68 °C), 175 °F (79 °C), and 200 °F (93 °C)						
Approved Finish Codes:						
1 = Brass, Chrome, White Polyester ^{3,4} , Black Polyester ^{3,4} , and ENT ^{4,5} 2 = Brass, Chrome, White Polyester ^{3,4} , and Black Polyester ^{3,4} 3 = ENT ^{4,5}						
Approved Escutcheon Codes:						
X = Installed with Viking Recessed Escutcheons Models NP-1, NP-2, and NP-3, or Viking Standard Surface Mounted Escutcheons Y = Installed with Viking Model NP-1 Recessed Escutcheon OR Standard Surface Mounted Escutcheons						
Footnotes						
¹ Base Part number is shown. For complete part number, refer to Viking's current price schedule. ² This table shows the listings and approvals available at the time of printing. Check with the manufacturer for any additional approvals. ³ Other colors are available upon request with the same Listings and Approvals as the standard colors. ⁴ cULus Listed as corrosion resistant. ⁵ FM Approved as corrosion resistant.						
DESIGN CRITERIA - UL						
cULus Listing Requirements:						
The Viking VK1021 Standard Response Pendent Sprinkler is cULus Listed as indicated in Approval Chart for installation in accordance with the latest edition of NFPA 13 for standard spray sprinklers. <ul style="list-style-type: none"> • Designed for use in Light, Ordinary, and Extra Hazard occupancies. • The sprinkler installation rules contained in NFPA 13 for standard spray Pendent sprinklers shall be followed. 						
IMPORTANT: Always refer to Form No. F_091699 - Care and Handling of Sprinklers. Also refer to Form No. F_080614 for general care, installation, and maintenance information. Viking sprinklers are to be installed in accordance with the latest edition of Viking Technical Data, the appropriate standards of NFPA, LPCB, APSAD, VdS or other similar organizations, and also with the provisions of governmental codes, ordinances, and standards, whenever applicable.						
DESIGN CRITERIA - FM						
FM Approval Requirements:						
The Viking VK1021 Standard Response Pendent Sprinkler is FM Approved as standard response Non-Storage Pendent sprinkler as indicated in the FM Approval Guide. For specific application and installation requirements, reference the latest applicable FM Loss Prevention Data Sheets (including Data Sheet 2-0). FM Global Loss Prevention Data Sheets contain guidelines relating to, but not limited to: minimum water supply requirements, hydraulic design, ceiling slope and obstructions, minimum and maximum allowable spacing, and deflector distance below the ceiling. NOTE: The FM Installation guidelines may differ from UL and/or NFPA criteria.						
IMPORTANT: Always refer to Form No. F_091699 - Care and Handling of Sprinklers. Also refer to Form No. F_080614 for general care, installation, and maintenance information. Viking sprinklers are to be installed in accordance with the latest edition of Viking Technical Data, the appropriate standards of NFPA, LPCB, APSAD, VdS or other similar organizations, and also with the provisions of governmental codes, ordinances, and standards, whenever applicable.						





Fuente: Tomada de The Viking Corporation, s.f.

Modelo ESFR-17

Rociadores colgantes Early Suppression Fast Response - Factor K 240

Descripción General

Los rociadores colgantes modelo ESFR-17 (ver Figura 1) son rociadores de respuesta rápida y supresión precoz que tienen un factor K nominal de 240. Funcionan en modalidad de supresión y sustituyen con ventaja los rociadores intermedios en estanterías para la protección de almacenamiento en altura.

El modelo ESFR-17 está diseñado esencialmente para ser utilizado en sistemas con rociadores únicamente en el techo (o sea, sin cabezas intermedias dentro de las estanterías) para proteger las mercancías más usuales, tanto encapsuladas como no, incluyendo plásticos no expandidos en cajas de cartón hasta una altura de almacenamiento de hasta 10,7 m (35 pies) y con una altura de techo de hasta 9,1 m (30 pies) así como plástico expandido en cajas de cartón hasta 7,6 m (25 pies) y con una altura de techo de hasta 9,1 m (30 pies). También cabe plantearse la utilización de este modelo para proteger determinados sistemas de almacenamiento de neumáticos, bobinas de papel y aerosoles.

En algunos casos, se puede utilizar el modelo ESFR-17 para proteger mercancías almacenadas hasta una altura de 12,2 m (40 pies), y con una altura de techo de 13,7 m

(45 ft.), combinándolo con el uso de una fila de rociadores intermedios.

El ESFR-17 ofrece al diseñador del sistema unas opciones hidráulicas no disponibles con los rociadores ESFR tradicionales, con factor K de 200. El modelo ESFR-17, en concreto, ha sido diseñado para funcionar a unas presiones sustancialmente más bajas en las cabezas más desfavorables con relación a las alcanzadas en los rociadores ESFR con factor K de 200. Esta característica otorga flexibilidad a la hora de dimensionar la tubería del sistema, permitiendo incluso prescindir de la necesidad de una bomba de incendios.

AVISOS

El rociador ESFR-17 que aquí se describe debe ser instalado y conservado tal como se indica en este documento, de conformidad con las normas aplicables de la National Fire Protection Association (Asociación nacional de protección contra incendios de EE.UU.), y las normas de cualquier otra autoridad competente (como FM Global). El no cumplimiento de este requisito puede perjudicar el funcionamiento de los dispositivos.

El propietario es responsable de mantener su sistema de protección contra incendios y sus dispositivos en estado de funcionamiento. En caso de duda, ponerse en contacto con el instalador o fabricante del rociador.



Modelo/SIN - Número de Identificación

SIN TY7226 - (Colgante K=240)

IMPORTANTE

Ver la Hoja Técnica TFP700 para el "AVISO AL INSTALADOR" que indica las precauciones a tomar con respecto a la manipulación y montaje de los sistemas de rociadores y sus componentes. La manipulación y montaje inadecuados pueden provocar daños permanentes en un sistema de rociadores o sus componentes que impidan que el rociador funcione en caso de incendio o hagan que actúe de manera prematura.

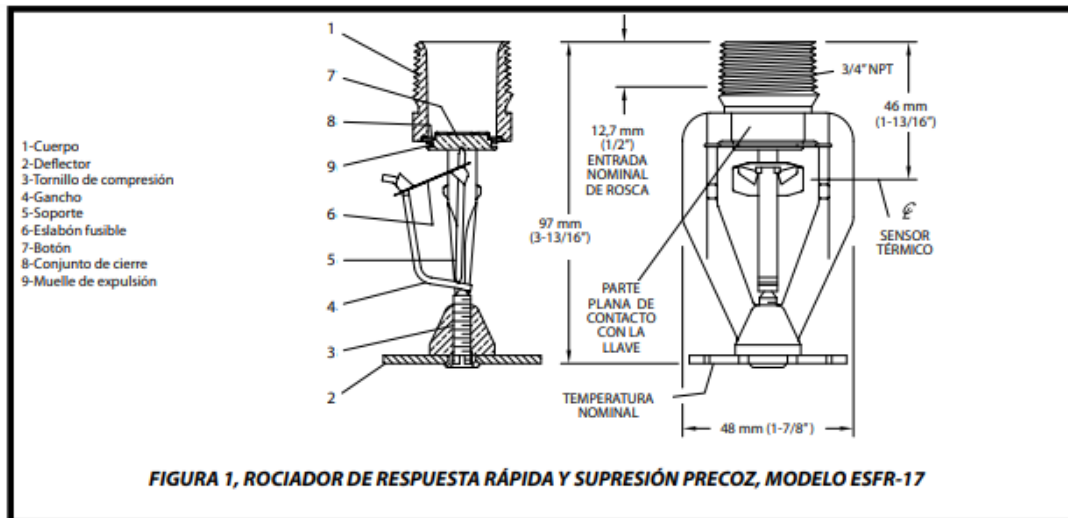


FIGURA 1, ROCIADOR DE RESPUESTA RÁPIDA Y SUPRESIÓN PRECOZ, MODELO ESFR-17

Datos Técnicos

Homologaciones

Listado por UL y C-UL. Homologado por FM y VdS y por NYC según MEA 356-01-E.

Presión máxima de trabajo:

12,1 bar (175 psi)

Rosca de entrada

3/4" NPT o ISO 7-R3/4

Coefficiente de descarga

$K = 241,9 \text{ l/min-bar}^{0.5}$ (16.8 usgpm/psi^{0.5})

Temperatura nominal

74°C (165°F) o 101°C (214°F)

Acabado

Latón natural

Características físicas

Cuerpo.....	latón
Deflector.....	bronce
Tornillo de compresión.....	acero inoxidable
Gancho.....	Monel
Soporte.....	Monel
Fusible.....	estaño, níquel
Botón.....	latón
Conjunto de cierre..... níquel de berilio con Teflon*
Muelle de expulsión.....	Inconel

*Marca registrada de DuPont.

Patentes

Patentes USA:

4,580,729 5,829,532

6,059,044 6,336,509 6,502,643

otras patentes pendientes.

Criterios de diseño

NOTA

La National Fire Protection Association (NFPA) y FM Global (FM) publican normas de instalación que se deben respetar para diseñar correctamente un sistema de rociadores automáticos en el que se utilizan rociadores ESFR. Debido a que las recomendaciones de NFPA y FM pueden diferir, es importante utilizar la norma adecuada para cada instalación.

Las siguientes hojas técnicas describen los rociadores ESFR de Tyco Fire Products:

TFP312 — Modelo ESFR-25 (TY9226),

Rociador colgante K = 360

TFP315 — Modelo ESFR-17 (TY7226),

Rociador colgante K = 240

TFP316 — Modelo ESFR-17 (TY7126),

Rociador montante K = 240

TFP318 — Modelo ESFR-1 (TY6226),

Rociador colgante K = 200

Las siguientes recomendaciones generales que da Tyco Fire Products con relación a sus rociadores ESFR pueden servir para guiar una primera selección del tipo de rociador ESFR de Tyco Fire Products más apropiado.

NOTA

En cualquier caso, cabe consultar la norma de instalación correspondiente de NFPA o FM para asegurarse de su aplicabilidad, y seguir las directrices completas de instalación ya que la pauta general que figura a continuación no

pretende cubrir todos los aspectos que se han de tener en cuenta para la instalación.

PAUTAS GENERALES

Tipo de sistema: Sistema de tubería húmeda

Tipo de construcción del techo: Estructura despejada o no. Ejemplos: techo liso, viguetas de celosía, de viga y vigueta, etc.

NOTA

Allí donde la profundidad de los elementos estructurales macizos (vigas, barras, etc.) sea superior a 300 mm (12"), los rociadores ESFR deben colocarse intercalados entre dichos elementos de construcción.

Pendiente del techo: máxima de 16,7% (2° de elevación por cada 12" lineales)

Altura del edificio, de almacenamiento y tipo de mercancía: Consulte la Tabla A

Superficie máxima de cobertura: 9,3m² (100 pies²)

En determinados casos, las normas de instalación permiten una mayor cobertura.

Superficie mínima de cobertura:

7,4 m² (80 pies²) para NFPA 13, y 5,8 m² (64 pies²) para FM 2-2

Separación máxima: 3,7 m (12 pies) para construcciones de hasta 9,1 m (30 pies) de alto, y 3,1 m (10 pies) para construcciones de más de 9,1 m (30 pies) de alto.

Separación mínima: 2,4 m (8 pies)

Espacio libre mínimo por debajo de la mercancía: 914 mm (36")

TABLA A ALTURA DEL EDIFICIO, DE ALMACENAMIENTO Y TIPO DE MERCANCÍA (Ver apartado de criterios de diseño)								
Almacenamiento abierto (sin estantes continuos), en una, dos o varias filas, o con estantería desplazable, de Clase I a IV y plásticos Grupo A o B	Ver Tabla A-1 (Consultar NFPA 13 o FM 8-9 y 2-2 para mayor información)							
Almacenamiento por apilado compacto o paletizado de Clase I a IV y plásticos Grupo A o B	Ver Tabla A-2 (Consultar NFPA 13 o FM 8-9 y 2-2 para mayor información)							
Almacenamiento de palets vacíos	Ver Tabla A-3 (Consultar NFPA 13 o FM 8-24 y 2-2 para mayor información)							
Almacenamiento de neumáticos	Ver Tabla A-4 (Consultar NFPA 13 o FM 8-3 y 2-2 para mayor información)							
	<i>ESFR-1 COLGANTE K=200</i> <i>Ver Hoja técnica TFP318</i>		ESFR-17 COLGANTE K=240 Esta Hoja técnica		<i>ESFR-17 MONTANTE K=240</i> <i>Ver Hoja técnica TFP316</i>		<i>ESFR-25 COLGANTE K=360</i> <i>Ver Hoja técnica TFP318</i>	
	NFPA	FM	NFPA	FM	NFPA	FM	NFPA	FM
Almacenamiento de bobinas de papel (ver norma)	13	8-21	13	-	-	8-21	13	8-21
Almacenamiento de líquidos inflamables (ver norma)	30	7-29	-	-	-	-	30	-
Almacenamiento de aerosoles (ver norma)	30B	7-31	30B	-	-	-	30B	7-31
Componentes de automóvil en estanterías desplazables (sólo para modalidad de control, ver norma)	-	-	-	-	-	-	13	-

NFPA 13 — Distancia del deflector al techo:

ESFR-1 (K=200) Colgante:
152 a 356 mm (6 a 14 pulg.)

ESFR-17 (K=240) Colgante:
152 a 356 mm (6 a 14 pulg.)

ESFR-17 (K=240) Montante:
No aplicable

ESFR-25 (K=360) Colgante:
152 a 457 mm (6 a 18 pulg.)

FM 2-2 — Distancia del deflector al techo:

ESFR-1 (K=200) Colgante:
121 a 356 mm (5 a 14 pulg.)

ESFR-17 (K=240) Colgante:
121 a 356 mm (5 a 14 pulg.)

ESFR-17 (K=240) Montante:
121 a 356 mm (5 a 14 pulg.)

ESFR-25 (K=360) Colgante:
No aplicable

FM 2-2 — Distancia del sensor térmico al techo:

ESFR-1 (K=200) Colgante:
102 to 330 mm (4 to 13 pulg.)

ESFR-17 (K=240) Colgante:
102 a 330 mm (4 a 13 pulg.)

ESFR-17 (K=240) Montante:
102 a 330 mm (4 a 13 pulg.)

ESFR-25 (K=360) Colgante:
102 to 457 mm (4 to 18 pulg.)

TABLA A-1
ALMACENAMIENTO EN ESTANTERÍAS
(Ver apartado de criterios de diseño)

Mercancía	Altura máxima del edificio, m (pies)	Altura máxima de almacenamiento, m (pies)	Presión mínima en cabeza, bar (psi)							
			ESFR-1 COLGANTE K = 200 Ver Hoja técnica TFP318		ESFR-17 COLGANTE K = 240 Esta Hoja técnica		ESFR-17 MONTANTE K = 240 Ver Hoja técnica TFP316		ESFR-25 COLGANTE K = 360 Ver Hoja técnica TFP312	
			NFPA	FM	NFPA	FM	NFPA	FM	NFPA	FM
Clase I, Clase II, Clase III, y Clase IV Encapsulada o sin encapsular - y - Plástico no expandido, en caja de cartón	13,7 (45)	12,2 (40)	6,2 (90)*	6,2 (90)*	4,3	4,3	—	—	2,8 (40)	3,4 (50)
	12,2 (40)	10,7 (35)	5,2 (75)	5,2 (75)	3,6 (52)	3,6 (52)	—	—	1,7 (25)	2,8 (40)
	10,7 (35)	9,1 (30)	5,2 (75)	5,2 (75)	3,6 (52)	3,6 (52)	—	3,6 (52)	1,4 (20)	2,1 (30)
	9,7 (32)	7,6 (25)	4,1 (60)	4,1 (60)	2,9 (42)	2,9 (42)	—	2,9 (42)	1,4 (20)	2,1 (30)
	9,1 (30)	7,6 (25)	3,4 (50)	3,4 (50)	2,4 (35)	2,4 (35)	—	2,4 (35)	1,0 (15)	1,4 (20)
Plástico expandido, sin caja de cartón (expuesto)	13,7 (45)	12,2 (40)	6,2 (90)*	6,2 (90)*	4,3	4,3	—	—	—	—
	12,2 (40)	10,7 (35)	5,2 (75)	5,2 (75)	3,6 (52)	3,6 (52)	—	—	—	3,4 (50)
	9,7 (32)	7,6 (25)	4,1 (60)	4,1 (60)	2,9 (42)	2,9 (42)	—	—	—	3,4 (50)
	9,1 (30)	7,6 (25)	3,4 (50)	3,4 (50)	2,4 (35)	2,4 (35)	—	—	—	3,4 (50)
Plástico expandido, con caja de cartón	9,7 (32)	7,6 (25)	4,1 (60)	4,1 (60)	2,9 (42)	2,9 (42)	—	2,9 (42)	—	—
	9,1 (30)	7,6 (25)	3,4 (50)	3,4 (50)	2,4 (35)	2,4 (35)	—	2,4 (35)	—	—
Plástico expandido, sin caja de cartón (expuesto)	9,1 (30)	7,6 (25)	—	6,8 (100)	—	—	—	—	—	—
	7,6 (25)	6,1 (20)	—	5,2 (75)	—	—	—	—	—	—

*Se requiere una fila de rociadores intermedios en la estantería.

TABLA A-2
ALMACENAMIENTO PALETIZADO Y APILADO COMPACTO
(Ver apartado de criterios de diseño)

Mercancía	Altura máxima del edificio, m (pies)	Altura máxima de almacenamiento, m (pies)	Presión mínima en cabeza, bar (psi)							
			ESFR-1 COLGANTE K = 200 Ver Hoja técnica TFP318		ESFR-17 COLGANTE K = 240 Esta Hoja técnica		ESFR-17 MONTANTE K = 240 Ver Hoja técnica TFP316		ESFR-25 COLGANTE K = 360 Ver Hoja técnica TFP312	
			NFPA	FM	NFPA	FM	NFPA	FM	NFPA	FM
Clase I, Clase II, Clase III, y Clase IV Encapsulada o sin encapsular - y - Plástico no expandido, en caja de cartón	13,7 (45)	12,2 (40)	—	—	—	—	—	—	2,8 (40)	3,4 (50)
	13,7 (45)	10,7 (35)	—	6,2 (90)	—	—	—	—	2,8 (40)	3,4 (50)
	12,2 (40)	10,7 (35)	5,2 (75)	5,2 (75)	3,6 (52)	3,6 (52)	—	—	1,7 (25)	2,8 (40)
	10,7 (35)	9,1 (30)	5,2 (75)	5,2 (75)	3,6 (52)	3,6 (52)	—	3,6 (52)	1,4 (20)	2,1 (30)
	9,7 (32)	7,6 (25)	4,1 (60)	4,1 (60)	2,9 (42)	2,9 (42)	—	2,9 (42)	1,4 (20)	2,1 (30)
	9,1 (30)	7,6 (25)	3,4 (50)	3,4 (50)	2,4 (35)	2,4 (35)	—	2,4 (35)	1,0 (15)	1,4 (20)
Plástico sin expansionar, sin caja de cartón (expuesto)	13,7 (45)	10,7 (35)	—	6,2 (90)	—	—	—	—	—	—
	12,2 (40)	10,7 (35)	5,2 (75)	5,2 (75)	3,6 (52)	3,6 (52)	—	—	—	3,4 (50)
	9,7 (32)	7,6 (25)	4,1 (60)	4,1 (60)	2,9 (42)	2,9 (42)	—	—	—	3,4 (50)
	9,1 (30)	7,6 (25)	3,4 (50)	3,4 (50)	2,4 (35)	2,4 (35)	—	—	—	3,4 (50)
Plástico expandido, con caja de cartón	9,7 (32)	7,6 (25)	4,1 (60)	4,1 (60)	2,9 (42)	2,9 (42)	—	2,9 (42)	—	—
	9,1 (30)	7,6 (25)	3,4 (50)	3,4 (50)	2,4 (35)	2,4 (35)	—	2,4 (35)	—	—
Plástico expandido, sin caja de cartón (expuesto)	12,2 (40)	7,6 (25)	—	—	—	—	—	—	—	4,1 (60)
	9,1 (30)	7,6 (25)	—	6,8 (100)	—	—	—	—	—	4,1 (60)
	7,6 (25)	6,1 (20)	—	5,2 (75)	—	—	—	—	—	4,1 (60)

TABLA A-3
ALMACENAMIENTO DE PALETS VACÍOS APILADOS
(Ver apartado de criterios de diseño)

Tipo y Configuración	Altura máxima del edificio, m (pies)	Altura máxima de almacenamiento, m (pies)	Presión mínima en cabeza, bar (psi)							
			ESFR-1 COLGANTE K = 200 Ver Hoja técnica TFP318		ESFR-17 COLGANTE K = 240 Esta Hoja técnica		ESFR-17 MONTANTE K = 240 Ver Hoja técnica TFP316		ESFR-25 COLGANTE K = 360 Ver Hoja técnica TFP312	
			NFPA	FM	NFPA	FM	NFPA	FM	NFPA	FM
Madera o plástico En estanterías -y- plástico sobre el suelo	12,2 (40)	10,7 (35)	5,2 (75)	5,2 (75)	3,6 (52)	3,6 (52)	—	—	—	3,4 (50)
	9,7 (32)	7,6 (25)	4,1 (60)	4,1 (60)	2,9 (42)	2,9 (42)	—	—	—	3,4 (50)
	9,1 (30)	7,6 (25)	3,4 (50)	3,4 (50)	2,4 (35)	2,4 (35)	—	—	—	3,4 (50)
Madera sobre el suelo	12,2 (40)	10,7 (35)	5,2 (75)	5,2 (75)	3,6 (52)	3,6 (52)	—	—	—	3,4 (50)
	10,7 (35)	6,1 (20)	5,2 (75)	5,2 (75)	3,6 (52)	3,6 (52)	—	3,6 (52)	—	3,4 (50)
	9,7 (32)	7,6 (25)	4,1 (60)	4,1 (60)	2,9 (42)	2,9 (42)	—	—	—	3,4 (50)
	9,7 (32)	6,1 (20)	4,1 (60)	4,1 (60)	2,9 (42)	2,9 (42)	—	2,9 (42)	—	3,4 (50)
	9,1 (30)	7,6 (25)	3,4 (50)	3,4 (50)	2,4 (35)	2,4 (35)	—	—	—	3,4 (50)
	9,1 (30)	6,1 (20)	3,4 (50)	3,4 (50)	2,4 (35)	2,4 (35)	—	2,4 (35)	—	3,4 (50)

TABLA A-4 ALMACENAMIENTO DE NEUMATICOS (Ver apartado de criterios de diseño)										
Método de apilado	Altura máxima del edificio, m (pies)	Altura máxima de almacenamiento, m (pies)	Presión mínima en cabeza, bar (psi)							
			ESFR-1 COLGANTE K = 200 Ver Hoja técnica TFP318		ESFR-17 COLGANTE K = 240 Esta Hoja técnica		ESFR-17 MONTANTE K = 240 Ver Hoja técnica TFP316		ESFR-25 COLGANTE K = 360 Ver Hoja técnica TFP312	
			NFPA *	FM	NFPA	FM	NFPA	FM	NFPA	FM
En posición horizontal o vertical (sobre la banda de rodadura) en estanterías desplazables paletizadas, estanterías desplazables abiertas, o estanterías fijas sin estantes continuos	9,1 (30)	7,6 (25)	3,5 (50)	3,5 (50)	2,4 (35)	2,4 (35)	—	2,4 (35)	1,0 (15)	1,4 (20)
en posición horizontal (sobre las bandas laterales) en estanterías desplazables paletizadas, estanterías desplazables abiertas o estanterías fijas sin estantes continuos	10,7 (35)	7,6 (25)	5,2 (75)	—	3,6 (52)	—	—	—	1,7 (25)	—
Neumáticos reforzados en estanterías de acero abiertas y desplazables	9,1 (30)	7,6 (25)	5,2 (75)	—	3,6 (52)	—	—	—	—	—
en posición horizontal en estanterías desplazables paletizadas	12,2 (40)	7,6 (25)	5,2 (75)	—	3,6 (52)	—	—	—	—	—

* Listado por UL como protección equivalente a la del ESFR K=200

Funcionamiento

El fusible se compone de dos mitades de eslabón unidas por una fina capa de soldadura. Cuando se alcanza la temperatura nominal, se funde la soldadura y las dos mitades de eslabón se separan, activando así el rociador y liberando el agua.

Instalación

El modelo de rociador colgante ESFR-17 debe ser instalado siguiendo las instrucciones que se detallan a continuación:

NOTA

Para no dañar el eslabón fusible durante la colocación, conviene tomar el rociador únicamente por las asas del cuerpo (sin ejercer presión sobre el eslabón fusible) y utilizar la llave de montaje adecuada. Todo rociador dañado debe ser sustituido.

Se aplicará un par de torsión de 13,5 a 27 Nm (10 a 20 ft lbs) para obtener la estanqueidad

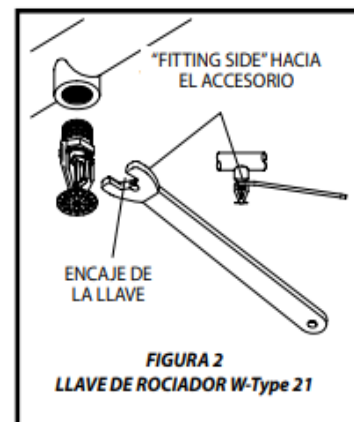
necesaria en la rosca de 3/4 pulgada y del rociador. Valores más elevados de par pueden distorsionar la entrada del rociador y provocar una fuga de agua o perjudicar el funcionamiento del rociador.

1° paso. Los rociadores ESFR-17 sólo deben ser instalados en posición colgante.

2° paso. Aplicar sellante de tubería a la rosca de entrada y enroscar el rociador al accesorio con tensión alguna, con cuidado de no ejercer presión alguna en el eslabón fusible y de manipular el rociador únicamente por las asas del cuerpo.

3° paso. Apretar el rociador ESFR-17 con la llave adecuada -sólo la llave de rociador W-Type 21 (ver Figura 2). Se tiene que asentar bien en las partes planas donde hace contacto con el rociador.

4° paso. Una vez colocados los rociadores, inspeccionar los eslabones fusibles para asegurarse de que no estén dañados. Comprobar concretamente que tanto el eslabón fusible como los ganchos estén en la posición que se muestra en la Figura 1, y que



el eslabón no esté doblado o plegado ni se haya salido de su posición normal.

Todo rociador dañado debe ser sustituido.

Cuidados y Mantenimiento

El mantenimiento y la reparación del modelo ESFR-17 deben efectuarse de conformidad con las instrucciones siguientes:

NOTA

Antes de cerrar la válvula principal de cierre del sistema de protección contra incendios para realizar trabajos de mantenimiento en el sistema que controla, se debe obtener autorización de las autoridades relevantes para dejar fuera de servicio los sistemas afectados, y notificar a todo el personal que pueda verse afectado.

Todo rociador en el que se aprecien fugas o muestras de oxidación debe ser sustituido.

Jamás se debe pintar o galvanizar un rociador automático, ni aplicarle un recubrimiento o alterar de modo alguno las condiciones en que haya salido de fábrica. Todo rociador que haya sido modificado o haya sufrido un recalentamiento debe ser sustituido.

Se debe cuidar de evitar todo daño antes, durante y después de la instalación. Se sustituirá todo rociador dañado por caída, golpes, mal uso de la llave u otra circunstancia similar.

El propietario es responsable de la inspección, comprobación y mantenimiento de su sistema y dispositivos contra incendios en conformidad con este documento, y con las normas aplicables de la National Fire Protection Association (Ej. NFPA 25), así como de acuerdo con las normas de cualquier otra autoridad jurisdiccional. Ante cualquier duda, cabe consultar al instalador o al fabricante del rociador.

Se recomienda que los sistemas de rociadores automáticos sean inspeccionados, comprobados y mantenidos por un servicio cualificado de inspección de acuerdo con reglamentos locales o nacionales.

Garantía Limitada

Los productos de Tyco Fire Products se garantizan, únicamente al Comprador original, durante un período de 10 años contra cualquier defecto en el material o mano de obra, siempre que hayan sido pagados y correctamente instalados y mantenidos en condiciones normales de uso y servicio. Esta garantía caduca a los diez (10) años de la fecha de expedición por Tyco Fire Products. No se ofrece ninguna garantía en el caso de productos o componentes fabricados por empresas que no tengan una relación de propiedad con Tyco Fire Products, ni para productos y componentes que hayan sido expuestos al uso incorrecto, a la instalación inapropiada o a la corrosión, o que no hayan sido instalados, mantenidos, modificados o reparados en conformidad con las normas aplicables de la National Fire Protection Association o con las normas o reglas de otra autoridad jurisdiccional. Cualquier material que Tyco Fire Products considere defectuoso será reparado o sustituido, según decisión exclusiva de Tyco Fire Products. Tyco Fire Products no acepta, ni autoriza a ninguna persona a aceptar de parte de Tyco Fire Products, ninguna otra responsabilidad en relación con la venta de sus productos o componentes de sus productos. Tyco Fire Products no acepta ninguna responsabilidad por errores en el diseño de los sistemas de rociadores ni por información inexacta o incompleta que haya podido suministrar el Comprador o los representantes de éste.

EN NINGÚN CASO SERÁ RESPONSABLE TYCO FIRE PRODUCTS, POR CONTRATO, DELITO CIVIL, RESPONSABILIDAD OBJETIVA, O SEGÚN CUALQUIER OTRA TEORÍA JURÍDICA, POR DAÑOS INCIDENTALES, INDIRECTOS, ESPECIALES O CONSECUENCIALES, INCLUYENDO, DE MODO NO LIMITATIVO, LOS GASTOS DE MANO DE OBRA, INDEPENDIENTEMENTE DE SI TYCO FIRE PRODUCTS HA SIDO INFORMADO SOBRE LA POSIBILIDAD DE TALES DAÑOS, Y EN NINGÚN CASO SERÁ LA RESPONSABILIDAD DE TYCO FIRE PRODUCTS SUPERIOR EN VALOR AL PRECIO DE VENTA ORIGINAL.

ESTA GARANTÍA SUSTITUYE CUALQUIER OTRA GARANTÍA EXPLÍCITA O IMPLÍCITA. INCLUYENDO CUALQUIER GARANTÍA DE COMERCIABILIDAD O ADECUACIÓN DEL PRODUCTO PARA UN DETERMINADO USO.

Procedimiento para pedidos

Cuando curse un pedido, indique el nombre completo del producto. Especificar el número de identificación del rociador (SIN), la cantidad y la temperatura nominal. En la lista de precios encontrará la relación completa de los números de componentes.

Consulte disponibilidades con su distribuidor local.

Rociador:

Especificar: temperatura nominal (a especificar), latón natural, rociador colgante TY7226 , Número de componente (P/N) (a especificar).

74°C (165°F).....P/N 58-445-1-165
101°C (214°F).....P/N 58-445-1-214

Llave de rociador:

Especificar: Llave de rociador W-Type 21,
.....P/N 56-001-0-686

Fuente: Tomada de Tyco Fire, s.f.

Rociadores colgantes modelo ESFR-25 de supresión temprana y respuesta rápida con factor K 25.2

Descripción General

Los rociadores colgantes modelo ESFR-25 de TYCO son "Rociadores de supresión temprana y respuesta rápida" con factor K nominal de 25.2. (Consultar la figura 1). Se trata de rociadores con modo de supresión, especialmente adecuados para prescindir del uso de rociadores en bastidor a la hora de proteger el almacenamiento en altura.

Los rociadores modelo ESFR-25 se emplean principalmente para la protección con rociadores sólo de techo (entre otros) de las siguientes aplicaciones de mantenimiento:

- La mayoría de materiales encapsulados y no encapsulados comunes, incluido el plástico no expandido en cajas de cartón.
- El plástico no expandido en cajas de cartón (expuesto) conforme con las normas NFPA 13 y FM Global.
- Ciertas disposiciones de almacenamiento de neumáticos de caucho, papel en rollo, líquidos inflamables, aerosoles y componentes de automoción.

Para criterios más específicos, referirse al Cuadro 1 así como a la norma de diseño aplicable.

Los rociadores colgantes modelo ESFR-25 ofrece al diseñador del sistema opciones hidráulicas y de instalación del rociador no disponibles hasta ahora, con los rociadores tradicionales ESFR con factor k nominal de

IMPORTANTE

Ver la Hoja Técnica TFP700 para el "AVISO AL INSTALADOR" que indica las precauciones a tomar con respecto a la manipulación y el montaje de los sistemas de rociadores y sus componentes. La manipulación y el montaje inadecuados pueden provocar daños permanentes en un sistema de rociadores o sus componentes que impidan que el rociador funcione en caso de incendio o

14.0 y 16.8. El rociador modelo ESFR-25 se ha diseñado, en particular, para operar a presiones de carga sustancialmente más baja, en comparación con los rociadores ESFR con factor k nominal de 14.0 y 16.8.

Esta característica procura flexibilidad al momento de dimensionar la tubería del sistema, permitiendo incluso prescindir de la necesidad de una bomba de incendios.

Asimismo, los rociadores modelo ESFR-25 requieren una distancia máxima entre el deflector y el techo de 460 mm (18") en lugar de 356 mm (14"). Además, este modelo de rociadores puede utilizarse para almacenamientos de 12,2 m (40 pies) con una altura de techo de hasta 13,7 m (45 pies), los cuales no requieren rociadores en bastidores como en el caso de otros rociadores ESFR con factor K nominal de 14.0 y 16.8.

Los rociadores modelo ESFR-25 están homologados por Underwriters Laboratories (UL) para aplicaciones específicas con una altura de almacenamiento de hasta 13,1 m (43 pies) y una altura de techo de hasta 14,6 m (48 pies) sin los requerimientos exigidos para los rociadores en bastidores. Referirse al Listado de Aplicaciones Específicas (UL) para los criterios de diseño.

Las aplicaciones de los rociadores ESFR de TYCO superan las normas de instalación actualmente reconocidas. Para detalles sobre pruebas contra incendios (ej., con líquidos inflamables y aerosoles) que se deberán someter a una autoridad competente, contactar con el departamento de Servicio Técnico.

NOTA

El Rociador colgante modelo ESFR-25 aquí descrito se deberá instalar y conservar tal y como se indica en este documento de conformidad con las normas aplicables de la National Fire Protection Association (NFPA) y las de cualquier otra autoridad competente (ej. FM Global). El incumplimiento de este requisito puede perjudicar el funcionamiento de los dispositivos.



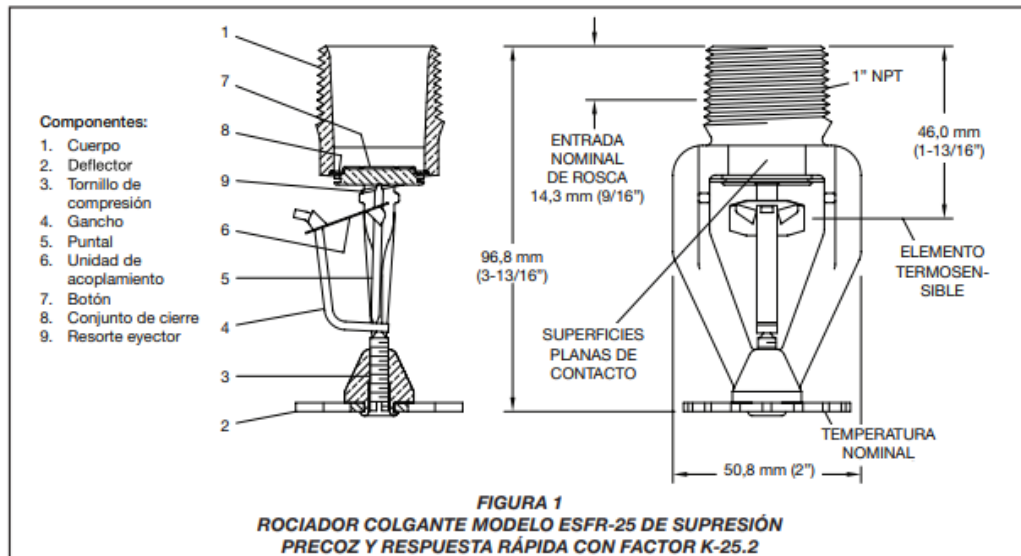
El propietario es responsable de mantener su sistema de protección contra incendios y sus dispositivos en buen estado de funcionamiento. En caso de duda, póngase en contacto con el instalador o fabricante del rociador.

En cualquier caso, se deberá consultar la norma de instalación NFPA o FM adecuada, o cualquier otra norma aplicable, para garantizar la aplicabilidad y ver todas las directrices de instalación. Las directrices generales de la hoja de datos no se deben considerar criterios de instalación completos.

Número de identificación del Rociador (SIN)

TY9226

TY9226 es la nueva designación para C9226, G8441 y S8010.



Datos Técnicos

Homologaciones

Aceptado por UL y C-UL
Homologado por FM y VdS
Homologado por LPCB (094b y 007f)
NYC según MEA 356-01-E

Presión máxima de trabajo

175 psi (12,1 bar)

Conexiones roscadas de tubos

1" NPT
ISO 7-R1

Coefficiente de descarga

$K = 362,9 \text{ l/min.bar}^{0.5}$
(25,2 usgpm/psi^{0.5})

Gama de temperaturas

74 °C (165 °F) y 100 °C (212 °F)

Acabado

LATÓN

Características físicas

Cuerpo	latón
Deflector	bronce
Tornillo de compresión	acero inoxidable
Gancho	Monel
Puntal	Monel
Unidad de acoplamiento	Soldadura, níquel
Botón	bronce
Conjunto de cierre	níquel de berilio con TEFLÓN
Resorte eyector	Inconel

Criterios de diseño

Las siguientes directrices generales destinadas a los rociadores colgantes modelo ESFR-25 de TYCO pueden servir de rápida consulta.

La National Fire Protection Association (NFPA) y la FM Global (FM) establecen normas de instalación que se deberán aplicar en el diseño adecuado de un sistema automático con rociadores de supresión precoz y respuesta rápida (ESFR). Las directrices provistas por la NFPA y la FM podrán diferir. Por consiguiente, se deberá aplicar la norma apropiada para determinada instalación.

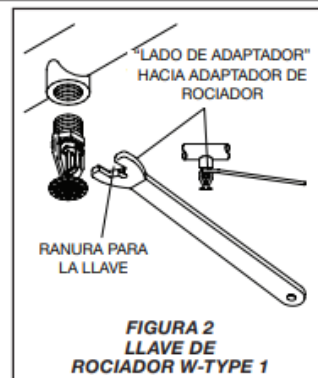
En cualquier caso, se deberá consultar la norma de instalación NFPA o FM apropiada para garantizar la aplicabilidad y ver todas las directrices de instalación. Las siguientes directrices generales no se deben considerar criterios de instalación completos.

Además de esta hoja técnica, las siguientes hojas técnicas describen otros rociadores ESFR de TYCO:

- **TFP315** – Modelo ESFR-17 (TY7226), K=16.8 Rociador colgante
- **TFP316** – Modelo ESFR-17 (TY7126), K=16.8 Rociador montante
- **TFP318** – Modelo ESFR-1 (TY6226), K=14.0 Rociador colgante

Tipo de sistema

Sistema de tubería húmeda



Construcción de techo

Construcción obstruida o sin obstruir; por ejemplo, falsos techos, vigas de barras, dinteles y largueros, etc. Cuando la profundidad de los elementos estructurales (ej., dinteles y vástago) supera 302 mm (12"), instalar los rociadores ESFR en cada canal formado por los elementos estructurales.

Inclinación del techo

Elevación máxima de 2 pulgadas para sección de 12 pulgadas (16,7%)

Área de cobertura máxima

100 pies² (9,3 m²) En algunos casos, los estándares de instalación admiten un área de cobertura superior.

Tipo de almacenamiento	NFPA	FM
Almacenamiento en marco abierto (es decir, sin estanterías sólidas) fila simple, doble, múltiple o en bastidor portátil de plásticos de Clase I-IV y Grupo A o B	Consulte NFPA 13, capítulos 16 y 17.	Consultar la FM 2-0 y 8-9.
Almacenamiento en apilado fijo o paletizado de plásticos Clase I-IV y Grupo A o B	Consulte NFPA 13, capítulos 14 y 15.	Consultar la FM 2-0 y 8-9.
Almacenamiento en pallet vacío	Consulte NFPA 13, capítulo 12.	Consultar la FM 2-0, 8-9 y 8-24.
Almacenamiento neumático de caucho	Consulte NFPA 13, capítulo 18.	Consultar la FM 2-0 y 8-9.
Almacenamiento de papel en rollo (consultar la norma.)	Consulte NFPA 13, capítulo 19.	Consultar la FM 8-21.
Almacenamiento de líquido inflamable (consultar la norma.)	Consulte NFPA 30.	n.a.
Almacenamiento de aerosoles (consultar la norma.)	Consultar la NFPA 30B.	Consultar la FM 7-31.
Componentes de automoción en bastidores portátiles (Modo de control únicamente; consultar la norma.)	Consulte NFPA 13, capítulo 20.	n.a.
N/A = No aplicable		
CUADRO 1 RESUMEN DE SELECCIÓN DE MERCANCÍAS Y CRITERIOS DE DISEÑO PARA LOS ROCIADORES COLGANTES MODELO ESFR-25		

Área de cobertura mínima

5,8 m² (64 pies²) conforme a NFPA 13 / FM 2-02

Espaciado máximo

3,7 m (12 pies) para alturas de edificio de hasta 9,1 m (30 pies)

3,1 m (10 pies) para alturas de edificio superiores a 9,1 m (30 pies) En algunos casos, las normas de instalación admiten un mayor espacio.

Espaciado mínimo

8 pies (2,4 m)

Distancia mínima a las mercancías

36 pulgadas (914 mm)

Distancia entre el deflector y el techo NFPA 13

de 152 a 457 cm (de 6 a 18")

FM 2-0

Consultar las directrices FM y / o FM para las distancias autorizadas entre el deflector y el techo, así como los criterios entre el elemento térmico y el techo.

Listado de aplicaciones específicas (UL)

Los rociadores colgantes modelo ESFR-25 de TYCO están homologados por Underwriters Laboratories para aplicaciones específicas con una altura de techo mayor a 13,7 m (45 pies) y de hasta 14,6 m (48 pies), y una disposición de almacenamiento de hasta 13,1

m (43 pies), las siguientes directrices están destinadas a los rociadores colgantes modelo ESFR-25 de TYCO:

Posición del rociador

colgante, brazos del marco alineados al tubo, deflectores paralelos al techo o a la cubierta.

Tipo de sistema

Solo sistema de tubería húmeda.

Área de cobertura máxima

9,3 m² (100 pies²) En algunos casos, los estándares de instalación admiten un área de cobertura superior.

Área de cobertura mínima

5,8 m² (64 pies²) conforme a la NFPA 13.

Inclinación máxima del techo

Elevación de 2" para sección de 12" (16,7 %)

Espaciado máximo

3,1 m (10 pies). En algunos casos, las normas de instalación admiten un mayor espacio.

Espaciado mínimo

2,4 m (8 pies)

Gama de temperaturas

100 °C (212 °F)

Distancia del deflector respecto a las paredes

Un mínimo de 102 mm (4 pulgadas) respecto a las paredes aunque no más de la mitad de la distancia permitida entre los rociadores.

Deflector con respecto a la parte superior de almacenamiento

Por lo menos 914 mm (36").

Distancia entre el deflector y el techo

De 152 a 356 mm (de 6 a 14 pulgadas)

Altura máxima de techo

14,6 m (48 pies)

Altura máxima de almacenamiento

13,1 m (43 pies)

Disposición de almacenamiento

Disposición paletizada, apilada fija, marco abierto; fila simple, fila doble o fila múltiple y bastidor portátil.

Mercancías

Clase I-IV

Plástico no expandido en cajas de cartón

Diseño del sistema de rociadores

La norma NFPA 13 para rociadores ESFR basados en una presión nominal de 3,1 bar (45 psi) y 640 L/m (169 gpm) para una zona remota de 12 rociadores.

Ancho mínimo de pasillo

8 pies (2,4 m)

Funcionamiento

La unidad de eslabones de fusible está compuesta por dos mitades unidas por una fina capa de soldadura. Al alcanzar la temperatura nominal, la soldadura se funde y se separan las dos mitades, lo que activa el rociador y permite que fluya agua.

Instalación

El rociador colgante modelo ESFR-25 de TYCO se debe instalar conforme a las instrucciones de esta sección.

Instrucciones generales

Es posible evitar que la unidad de acoplamiento de fusible resulte dañada durante la instalación, manipulando el rociador sólo por los brazos del marco (es decir, sin presionar la unidad de acoplamiento de fusible) y utilizando la llave de rociador adecuada. En caso contrario, podría desestabilizar la unidad de acoplamiento y activar el rociador de forma prematura. Se deberán sustituir los rociadores defectuosos.

Se debe lograr una unión del rociador NPT de 1 lo suficientemente apretada para evitar fugas, con un par de mínimo a máximo de entre 26,8 a 40,2 Nm (20 a 30 pies / lbs). Cualquier valor de par superior puede distorsionar la entrada del rociador y provocar una fuga o perjudicar el funcionamiento del rociador.

1er paso. Instalar el rociador colgante modelo ESFR-25 en la posición colgante (Figura 2).

2º paso. Aplicar sellante de tubería y enroscar el rociador al accesorio con tensión manual. No aplicar presión a la unidad de acoplamiento, y manipular el rociador colgante modelo ESFR-25 sólo por los brazos del marco.

3er paso. Apretar el rociador colgante modelo ESFR-25 empleando solo la llave de rociador W-Type 1 (figura 2) e introducirlo completamente (asentamiento) en las superficies planas de contacto (figura 1).

4º paso. Tras la instalación, examinar la unidad de acoplamiento de cada rociador colgante modelo ESFR-25 para comprobar que no presenta daños. En particular, comprobar que la unidad de acoplamiento y el gancho están colocados tal y como se indica en la figura 1, y que la unidad de acoplamiento no está doblada, arrugada ni ha sido forzada fuera de su posición normal. Sustituya los rociadores que estén defectuosos.

Cuidados y Mantenimiento

El mantenimiento y la reparación del rociador colgante modelo ESFR-25 de TYCO debe efectuarse de conformidad con esta sección.

Antes de cerrar la válvula principal de cierre del sistema de protección contra incendios para realizar trabajos de mantenimiento en el sistema que controla, se debe obtener autorización de las autoridades relevantes para dejar fuera de servicio el sistema afectado, y notificar a todo el personal que pueda verse afectado.

Sustituir todo rociador que presente fugas o muestras de oxidación.

Jamás se debe pintar o galvanizar un rociador automático, ni aplicarle un recubrimiento o alterar de modo alguno las condiciones en que haya salido de fábrica. Sustituir los rociadores modificados. Los rociadores que hayan sido expuestos a productos corrosivos de combustión, pero que no hayan sido activados, deben ser sustituidos a no ser que se puedan limpiar completamente con un paño o un cepillo de cerdas suaves.

Se debe cuidar de evitar todo daño a los rociadores antes, durante y después de la instalación. Se sustituirá todo rociador dañado por caída, golpes, mal uso de la llave u otra circunstancia similar. Asimismo, sustituir cualquier rociador que haya perdido líquido o cuya ampolla tenga fisuras. (Ver Instalación)

El propietario es responsable de la inspección, comprobación y mantenimiento de su sistema y dispositivos contra incendios en conformidad con este documento, y con las normas aplicables de la National Fire Protection Association (Ej. NFPA 25), así como de acuerdo con las normas de cualquier otra autoridad jurisdiccional. Ante cualquier duda, se debe consultar al instalador o al fabricante del rociador.

Se recomienda que los sistemas de rociadores automáticos sean inspeccionados, comprobados y mantenidos por un servicio cualificado de inspección de acuerdo con reglamentos locales o nacionales.

Procedimiento para pedidos

Contactar con su distribuidor local para determinar la disponibilidad. Al cursar un pedido, indicar el nombre completo del producto y la referencia (P/N).

Conjuntos de rociador

Especificar: Rociador colgante modelo ESFR-25 (TY9226) de supresión temprana y respuesta rápida con factor K=25.2, temperatura nominal (especificar), latón, P/N (especificar).

74 °C (165 °F) P/N 58-441-1-165
100 °C (212 °F) P/N 58-441-1-214

Pedido especial de unidades de rociadores con conexiones roscadas ISO 7/1

Especificar: Rociador colgante modelo ESFR-25 (TY9226) de supresión temprana y respuesta rápida con factor K=25.2, conexión roscada conforme a ISO 7/1, temperatura nominal (especificar), latón, P/N (especificar).

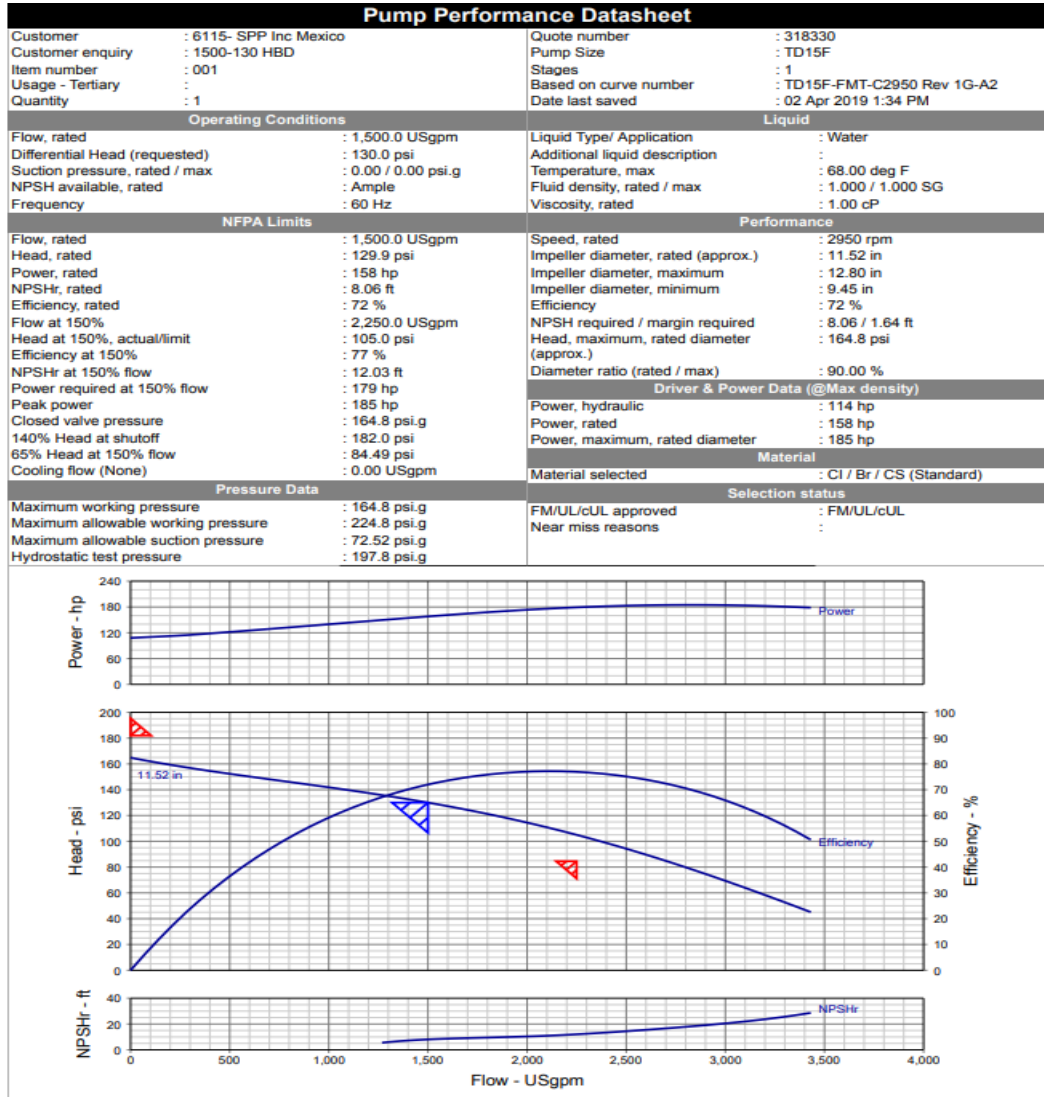
74 °C (165 °F) P/N 58-442-1-165
100 °C (212 °F) P/N 58-442-1-214

Llave de rociador

Especificar: Llave de rociador W-TYPE 1, P/N 56-872-1-025.

Fuente: Tomada de Tyco Fire, s.f.

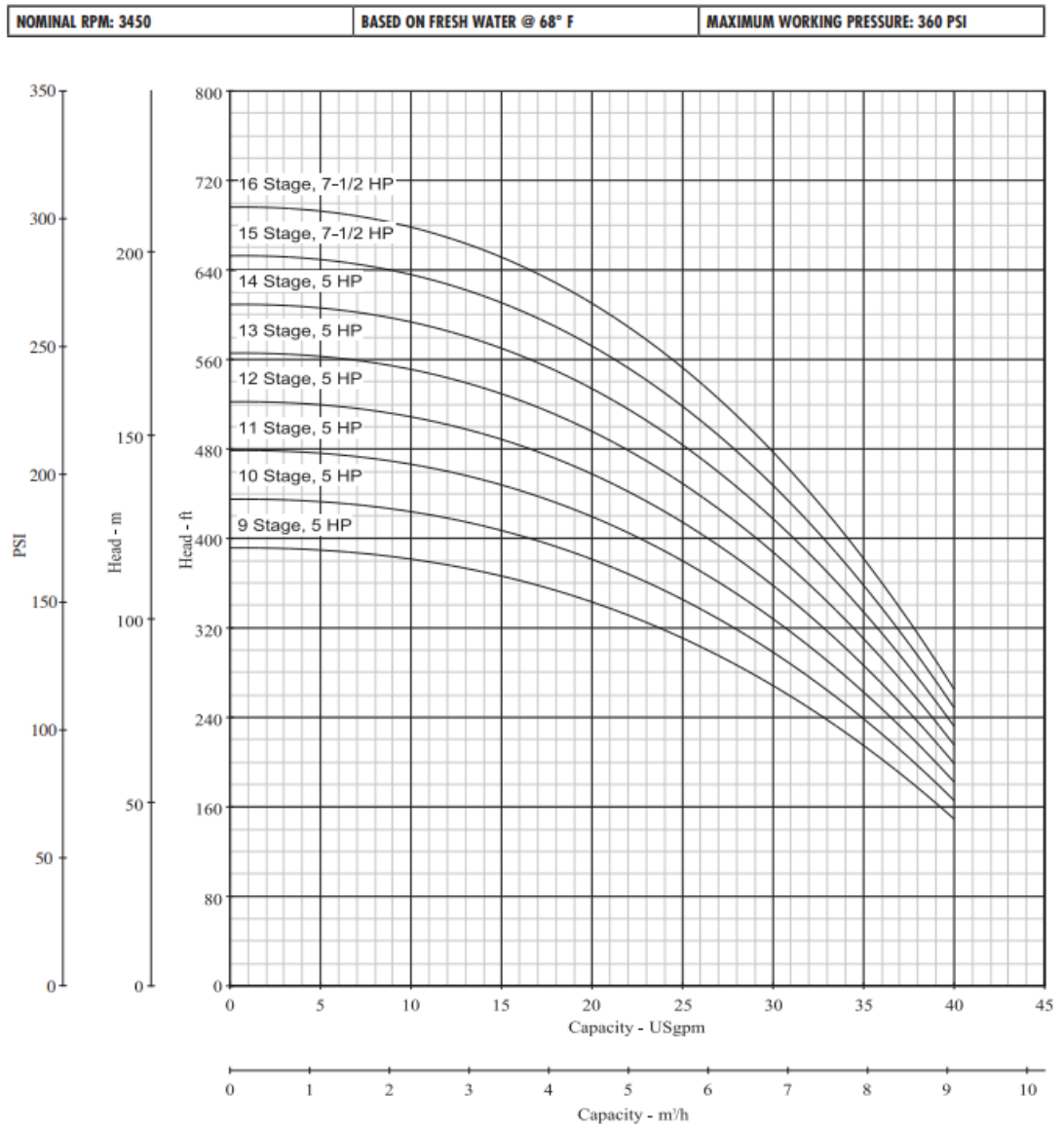
Anexo 4 Ficha técnica de la bomba principal



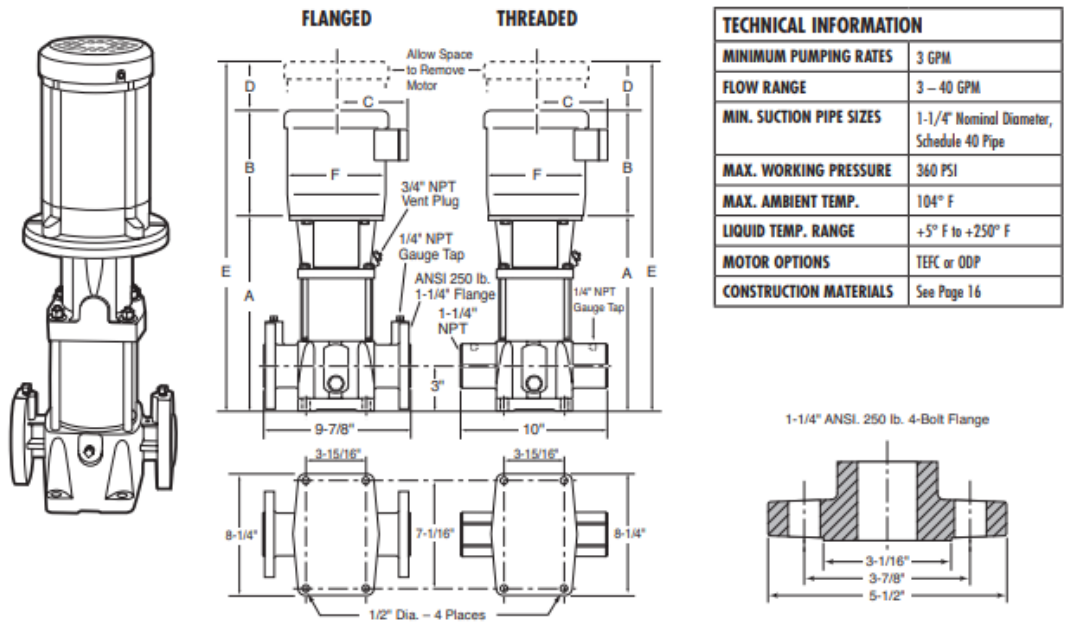
Pump Performance Datasheet					
Customer	: 6115- SPP Inc Mexico	Quote number	: 318330		
Customer enquiry	: 1500-130 HBD	Pump Size	: TD15F		
Item number	: 001	Stages	: 1		
Usage - Tertiary	:	Based on curve number	: TD15F-FMT-C2950 Rev 1G-A2		
Quantity	: 1	Date last saved	: 02 Apr 2019 1:34 PM		
Operating Conditions			Liquid		
Flow, rated	: 1,500.0 USgpm	Liquid Type/ Application	: Water		
Differential Head (requested)	: 130.0 psi	Additional liquid description	:		
Suction pressure, rated / max	: 0.00 / 0.00 psi.g	Temperature, max	: 68.00 deg F		
NPSH available, rated	: Ample	Fluid density, rated / max	: 1.000 / 1.000 SG		
Frequency	: 60 Hz	Viscosity, rated	: 1.00 cP		
Flow (USgpm)	Head (psi)	Pump Efficiency (%)	Power Required (hp)	NPSH required (ft)	
0.00	164.8	0	108	-	
428.9	153.9	32	119	-	
857.7	144.8	54	135	-	
1,286.6	135.4	68	150	5.81	
1,715.5	123.8	75	165	9.15	
2,144.3	109.2	77	177	11.20	
2,573.2	90.90	74	184	15.20	
3,002.1	69.26	66	184	20.51	
3,430.9	45.10	51	178	28.65	

Fuente: Tomada de PURITY PUMP CO., LTD., s.f.

Anexo 5 Ficha técnica de la bomba jockey



DIMENSIONS AND SPECIFICATIONS
CAST IRON CONSTRUCTION
3 THROUGH 7-1/2 HP PUMPS

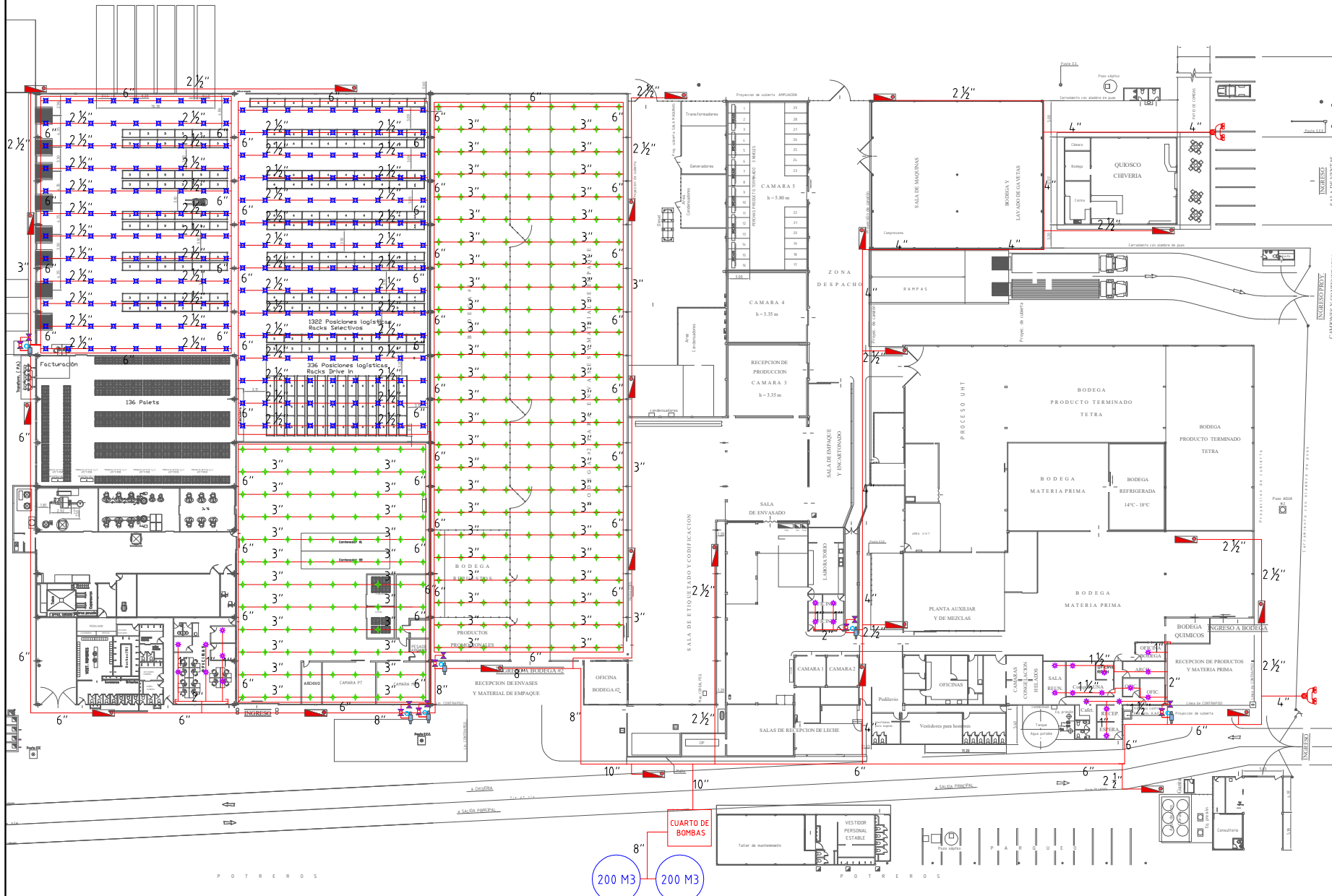


TECHNICAL INFORMATION	
MINIMUM PUMPING RATES	3 GPM
FLOW RANGE	3 – 40 GPM
MIN. SUCTION PIPE SIZES	1-1/4" Nominal Diameter, Schedule 40 Pipe
MAX. WORKING PRESSURE	360 PSI
MAX. AMBIENT TEMP.	104° F
LIQUID TEMP. RANGE	+5° F to +250° F
MOTOR OPTIONS	TEFC or ODP
CONSTRUCTION MATERIALS	See Page 16

Model Number	HP	Motor S.F.	ph	Volts	Frame Size	Disc. Size	Suction Size	Dimensions in Inches*						TEFC Wt.	ODP Wt.
								A	B	C	D	E	F		
PVM4-60D	3	1.15	1	208-230	182TC	1-1/4	1-1/4	16	13-5/8	6-7/8	2-3/4	32-3/8	8-1/2	141	132
PVM4-60D	3	1.15	3	208-230/460	182TC	1-1/4	1-1/4	16	12-1/4	6-7/8	2-7/8	31-1/8	8-1/2	122	122
PVM4-80/7D	3	1.15	1	208-230	182TC	1-1/4	1-1/4	18-1/8	13-5/8	6-7/8	2-3/4	34-1/2	8-1/2	143	134
PVM4-80/7D	3	1.15	3	208-230/460	182TC	1-1/4	1-1/4	18-1/8	12-1/4	6-7/8	2-7/8	33-2/8	8-1/2	124	124
PVM4-80D	3	1.15	1	208-230	182TC	1-1/4	1-1/4	18-1/8	13-5/8	6-7/8	2-3/4	34-1/2	8-1/2	146	137
PVM4-80D	3	1.15	3	208-230/460	182TC	1-1/4	1-1/4	18-1/8	12-1/4	6-7/8	2-7/8	33-1/4	8-1/2	127	127
PVM4-90D	5	1.15	1	208-230	213TCZ	1-1/4	1-1/4	19-1/8	15-1/4	8	3-3/8	37-3/4	10-5/8	181	155
PVM4-90D	5	1.15	3	208-230/460	184TC	1-1/4	1-1/4	19-1/8	13-5/8	6-7/8	2-7/8	35-3/4	10-5/8	154	151
PVM4-100D	5	1.15	1	208-230	213TCZ	1-1/4	1-1/4	20-1/4	15-1/4	8	3-3/8	38-7/8	10-5/8	183	157
PVM4-100D	5	1.15	3	208-230/460	184TC	1-1/4	1-1/4	20-1/4	13-5/8	6-7/8	2-7/8	36-3/4	8-1/2	156	153
PVM4-110D	5	1.15	1	208-230	213TCZ	1-1/4	1-1/4	21-1/4	15-1/4	8	3-3/8	39-7/8	10-5/8	184	158
PVM4-110D	5	1.15	3	208-230/460	184TC	1-1/4	1-1/4	21-1/4	13-5/8	6-7/8	2-7/8	37-7/8	10-5/8	157	154
PVM4-120D	5	1.15	1	208-230	213TCZ	1-1/4	1-1/4	22-3/8	15-1/4	8	3-3/8	41	10-5/8	186	160
PVM4-120D	5	1.15	3	208-230/460	184TC	1-1/4	1-1/4	22-3/8	13-5/8	6-7/8	2-7/8	38-7/8	8-1/2	159	156
PVM4-130D	5	1.15	1	208-230	213TCZ	1-1/4	1-1/4	23-3/8	15-1/4	8	3-3/8	42	10-5/8	187	161
PVM4-130D	5	1.15	3	208-230/460	184TC	1-1/4	1-1/4	23-3/8	13-5/8	6-7/8	2-7/8	40	10-5/8	160	157
PVM4-140D	5	1.15	1	208-230	213TCZ	1-1/4	1-1/4	24-1/2	15-1/4	8	3-3/8	43-1/8	10-5/8	189	163
PVM4-140D	5	1.15	3	208-230/460	184TC	1-1/4	1-1/4	24-1/2	13-5/8	6-7/8	2-7/8	41	8-1/2	162	159
PVM4-150D	7.5	1.15	1	208-230	213TCZ	1-1/4	1-1/4	25-1/2	15-1/4	8	3-3/8	44-1/8	10-5/8	171	198
PVM4-150D	7.5	1.15	3	208-230/460	213TCZ	1-1/4	1-1/4	25-1/2	12	7-7/8	3-3/8	41	10-5/8	189	178
PVM4-160D	7.5	1.15	1	208-230	213TCZ	1-1/4	1-1/4	26-5/8	15-1/4	8	3-3/8	45-1/4	10-5/8	172	199
PVM4-160D	7.5	1.15	3	208-230/460	213TCZ	1-1/4	1-1/4	26-5/8	15-1/4	7-7/8	3-3/8	45-1/4	10-3/8	190	179

Description	Cast Iron	316 Stainless Steel	Optional Accessories
Shaft	AISI 316 SS	AISI 316 SS	
Impellers, Diffuser Chambers, Pump Sleeve, Suction Interconnector and Shaft Seal Parts	AISI 304 SS	AISI 316 SS	
Suction / Discharge	Class 30 Cast Iron	316 SS	
Motor Bracket	Class 30 Cast Iron	Class 30 CI or 316 SS	
Motor Couplings	Class 30 Cast Iron	Class 30 Cast Iron	
Intermediate Chamber	Aluminum Oxide	Aluminum Oxide	
Bearings	Ceramic	Ceramic	
Bearing Ring	Tungsten Carbide	Tungsten Carbide	
O-Rings	EPDM	EPDM	Viton® or Buna
Wear Rings	Teflon®	Teflon®	
Sleeve O-Rings	EPDM	EPDM	Viton® or Buna
Shaft Spacers	AISI 316 SS	AISI 316 SS	
Top Spring	AISI 316 SS	AISI 316 SS	
Coupling Guard	AISI 302 SS	AISI 302 SS	
Staybolts, Nuts & Washers	Zinc Plated Steel	Zinc Plated Steel	
Mechanical Seal (High Pressure)			
Stationary Face	Carbon Graphite	Carbon Graphite	
Rotating Face	Tungsten Carbide	Tungsten Carbide	
O-Rings	EPDM	EPDM	Viton® or Buna
Upper and Lower Drivers	AISI 316 SS	AISI 316 SS	
Spring	AISI 316 SS	AISI 316 SS	

Fuente: Tomada de FAIRBANKS NIJHUIS, s.f.



SIMBOLOGÍA

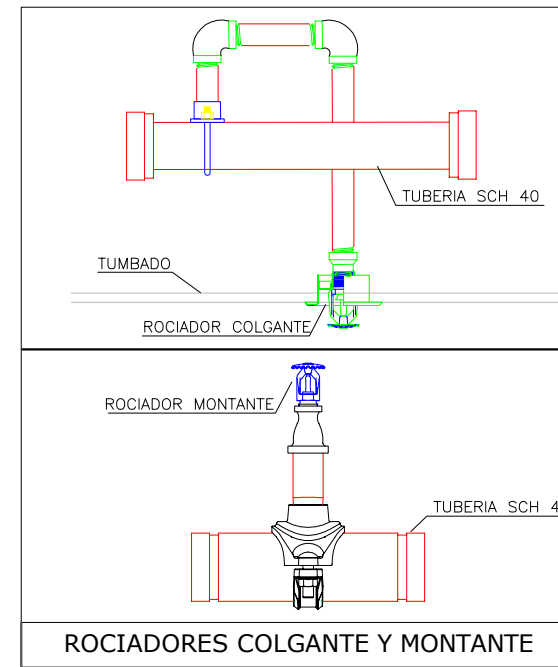
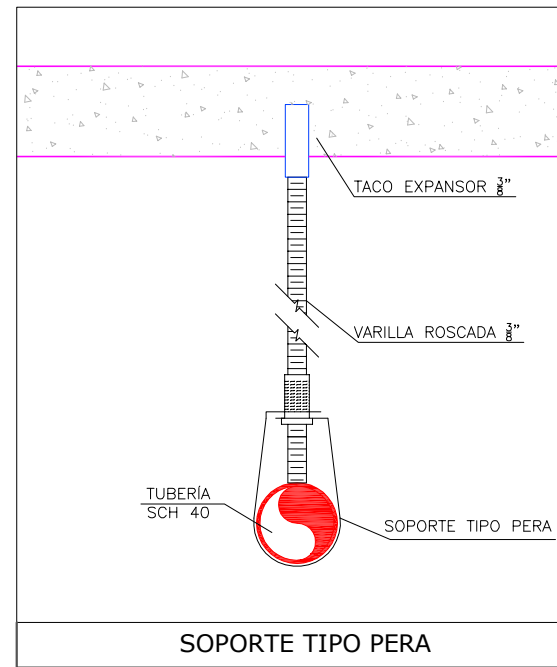
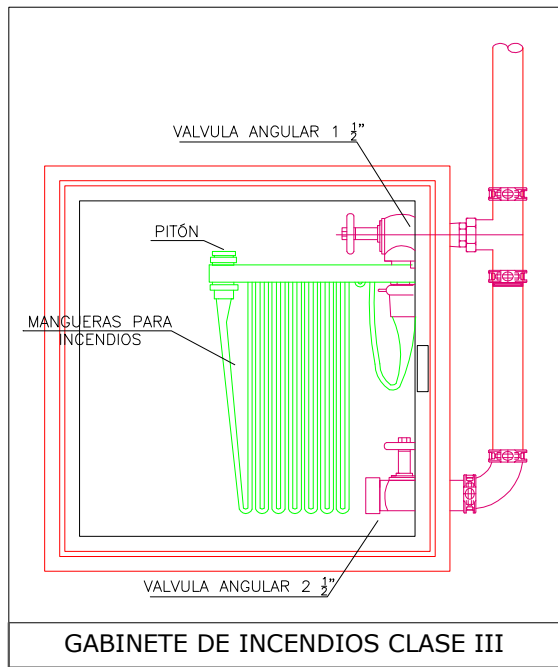
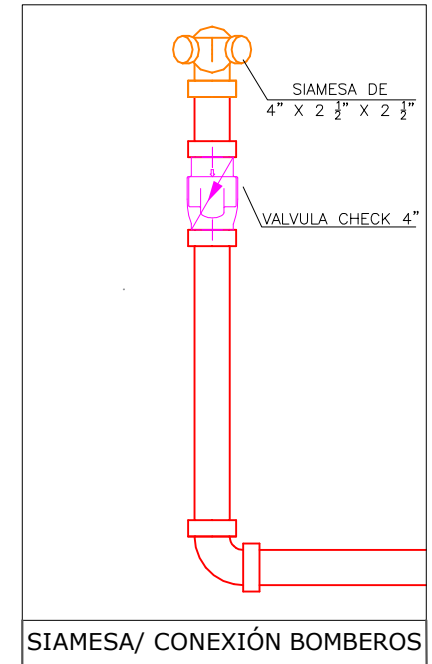
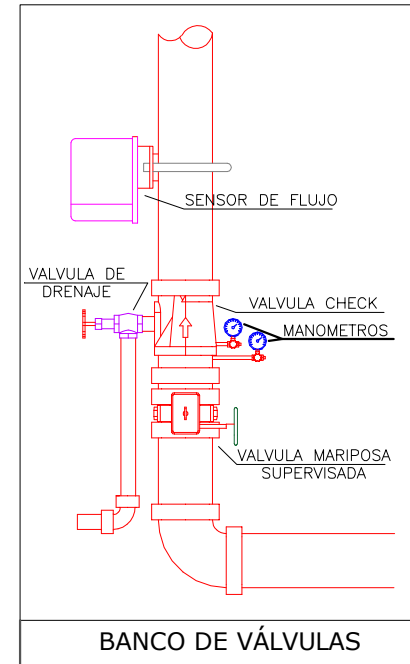
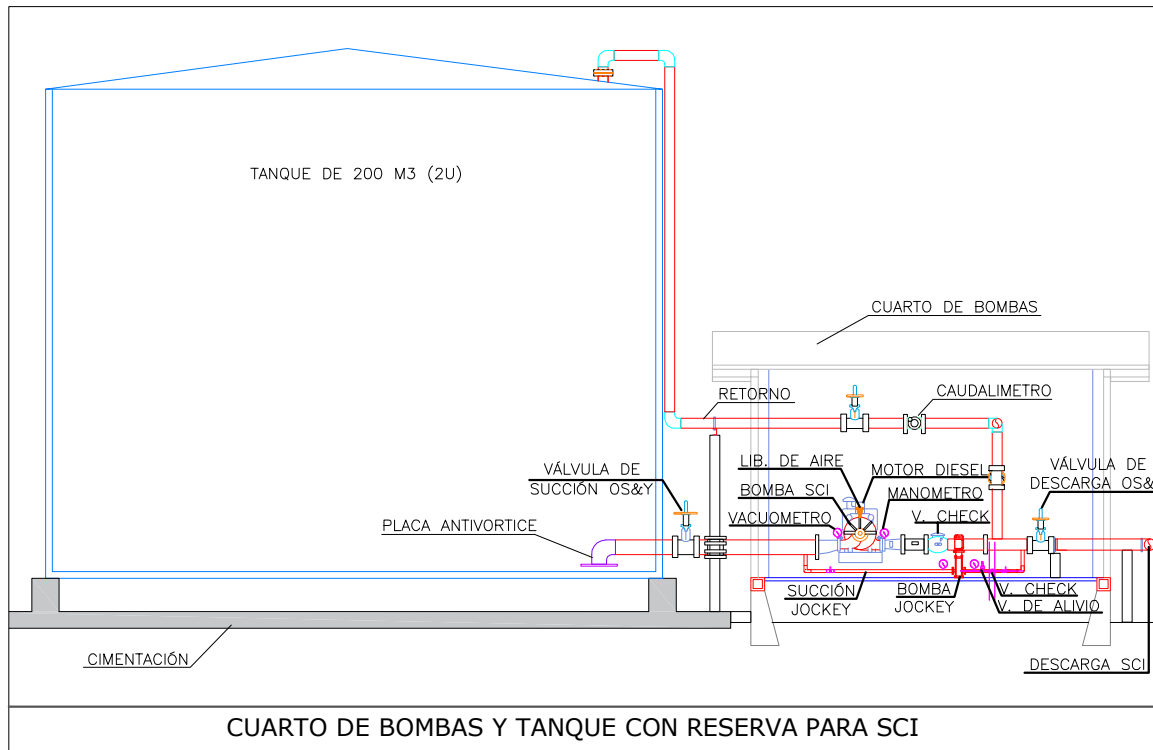
	TUBERÍA DE SCI
	GABINETE CLASE III
	SIAMESA
	RODIADORES K 25.2
	RODIADORES K 16.8
	RODIADORES K 5.6
	BANCO DE VÁLVULAS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL

ORIGEN:
INDUSTRIA LÁCTEA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

CONTENIDO:
DISEÑO DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

DISEÑO: ANGEL SEGURA	REVISIÓN TÉCNICA: PED. ANDRÉS LÓPEZ UPS - SECC. OIT
ESCALA: S/E	FECHA: 1. JULIO 2021 2. AGOSTO 2021
FECHA: SEPT /2021	LÁMINA: 1 DE 2



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE GUAYAQUIL CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL			
OBJ: INDUSTRIA LÁCTEA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL			
CONTENIDO: PLANO DE DETALLES SISTEMA CONTRA INCENDIOS			
DISEÑO		REVISIÓN TÉCNICA:	
PROJ. SEGUN		PROJ. ANDRÉS LÓPEZ	
DISEÑO LÓPEZ		PROJ. ANDRÉS LÓPEZ	
FECHA: S/E		REVISIÓN: 1.- JULIO 2021	
FECHA: SEPT /2021		REVISIÓN: 2.- AGOSTO 2021	
		LÁMINA: 2 DE 2	