Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ciencias Físicas
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos

Diseño de un sistema de protección contra incendios a base de agua para el almacén de productos terminados de una planta industrial papelera - Lima

INFORME PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

AUTOR

Arly Santos HUAMÁN ALTAMIRANO

Lima, Perú

2023



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Huamán, A. (2023). *Diseño de un sistema de protección contra incendios a base de agua para el almacén de productos terminados de una planta industrial papelera - Lima*. [Informe profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Arly Santos Huamán Altamirano.
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	10528846
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0003-0215-0627
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Gustavo Ordoñez Cárdenas
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08587025
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Mario Alberto García Pérez
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07930910
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Jairo Pinedo Taquia
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	44754057
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.2.5.1. Energética
Grupo de investigación	No aplica

Agencia de financiamiento	PROPIA
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Los Olivos Latitud: -11°58′17.9″ Longitud: 77°3′41.3″
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2016
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería mecánica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.03.01

UNMSM
Firmado digitalmente por SARANGO JULCA Douglas Donal FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 27.11.2023 14:23:26 -05:00

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
(Universidad del PERÚ, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA DE FLUIDOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN PRESENCIAL DEL INFORME PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO DE FLUIDOS, MODALIDAD DE TITULACIÓN M-4 – POR EXPERIENCIA PROFESIONAL

Siendo las 12:30 horas del día jueves 9 de noviembre de 2023, en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos de la Facultad de Ciencias Físicas, bajo la presidencia del DR. ING. GUSTAVO ORDOÑEZ CÁRDENAS y con la asistencia de los miembros MG. ING. MARIO ALBERTO GARCÍA PÉREZ y el MG. ING. JAIRO PINEDO TAQUIA se dio inicio a la Sesión Pública Presencial de Sustentación del Informe Profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos, mediante la Modalidad de Titulación M-4 Por Experiencia Profesional, del Bachiller:

ARLY SANTOS HUAMÁN ALTAMIRANO

El Presidente del Jurado Examinador dio lectura del Resumen del Expediente, e invitó al Bachiller ARLY SANTOS HUAMÁN ALTAMIRANO, a realizar la Exposición del Informe Profesional titulado "DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL ALMACÉN DE PRODUCTOS TERMINADOS DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PAPELERA - LIMA".

Concluida la exposición del candidato y luego de las preguntas de rigor por parte del Jurado Examinador, el Presidente invitó al Bachiller abandonar momentáneamente la sala de sesión para dar paso a la deliberación y calificación por parte del Jurado.

Al término de la deliberación del Jurado, se invitó al candidato a regresar a la sala de sesión para dar lectura a la calificación final obtenida por el Bachiller, la misma que fue:

DIECISEIS 16

El Presidente del Jurado DR. ING. GUSTAVO ORDOÑEZ CÁRDENAS, a nombre de la Nación y de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, declaró al Bachiller ARLY SANTOS HUAMÁN ALTAMIRANO Ingeniero Mecánico de Fluidos.

Siendo las 14 horas del mismo día, se levantó la sesión.

DR. ING. GUSTAVO ORDOÑEZ CÁRDENAS
PRESIDENTE DEL JURADO

MG. ING. MARIO ALBERTO GARCÍA PÉREZ
MIEMBRO DEL JURADO

MG. ING. JAIRO PINEDO TAQUIA
MIEMBRO DEL JURADO

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Vicerrectorado de Investigación y Posgrado

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Dr. Douglas Donal Sarango Julca en mi condición de Director, revisor del Informe Profesional, titulado "DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA EL ALMACÉN D EPRODUCTOS TERMINADOS DE UNA PLANTA INDUSTRIAL PAPELERA - LIMA", presentado por el Bachiller Arly Santos Huaman Altamirano Ingeniero Mecánico de Fluidos para ser publicado en el Repositorio Cybertesis UNMSM.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, evaluación y análisis mediante el software para la detección de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el porcentaje de 8% de similitud, nivel **PERMITIDO,** para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación**.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su publicación.

UNMSM
Firmado digitalmente por SARANGO JULCA Douglas Donal FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 01.12.2023 05:50:36 -05:00

Firma del Director/Editor/revisor



DNI: 07136313

Nombres y apellidos del Revisor:
DR. DOUGLAS DONAL SARANGO JULCA

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado con mucho cariño a mi familia, por estar siempre apoyándome y motivándome a seguir adelante

Agradecimiento

Agradezco a Dios por brindarme salud y por guiar mis pasos. También, a mi familia por siempre brindarme su apoyo incondicional y alentarme siempre a seguir adelante hasta lograr todos mis objetivos. A mis maestros de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de Fluidos, por sus enseñanzas para ser mejor profesional día a día.

INDICE

INDICE v
INDICE DE TABLAS vii
INDICE DE FIGURAS viii
ABSTRACT x
CAPITULO I. GENERALIDADES 1
1.1. INTRODUCCION 1
1.2. Importancia del tema 2
1.3. Planteamiento del problema 3
1.4. Propuesta de solución 3
1.5. Objetivos 4
1.5.1. Objetivo general 4
1.5.2. Objetivos específicos 4
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO 5
2.1. Antecedentes de investigación 5
2.1.1. Antecedentes internacionales 5
2.1.2. Antecedentes nacionales 6
2.2. Bases teóricas fundamentales 10
2.2.1. Conservación de la energía 10
2.2.2. Principio de Bernoulli 10
2.2.3. Conservación de la Masa 14
2.2.4. Pérdida de Energía 15
2.2.5. Método de Hardy Cross 21
2.3. Bases teóricas de ingeniería 32
2.3.1. Teoría del Fuego 32
2.3.2. Clases de fuego 33
2.3.3. Métodos de Extinción 33
2.3.4. Criterios básicos de un sistema de protección contra incendio 34
2.3.5. Componentes de un Sistema Contra Incendio 36
2.3.5.1. Cisterna o Tanque de Agua Contra Incendio 36
2.3.5.2. Bombas contra incendio 37
2.3.6. Bombas utilizadas en sistemas contra incendios del tipo centrífugo 38
2.3.7. Rociadores 40

2.3.7.1. Tipos de rociadores 40
2.3.8. Gabinetes 42
2.3.9. Tipos de Gabinetes 43
2.3.9. Tubería aérea 45
2.3.10. Tubería enterrada 47
2.3.11. Válvulas 47
2.3.12. Uso de presiones de velocidad 47
2.3.13. Bucles y rejillas 48
2.3.14. Cálculos de suministro de agua 49
2.3.15. Selección y prueba de bombas 51
2.4. Glosario de términos 54
CAPITULO III. PROCESO METODOLÓGICO 56
3.1. Ubicación del proyecto 56
3.2. Descripción de las instalaciones existentes 56
.3. Normas Estándares aplicables 57
3.4. Consideraciones de diseño 59
3.4.1. Parámetros de diseño 59
3.4.2. Determinación del área crítica 60
3.4.3 Método de Extinción de Incendio 73
3.4.4. Cálculo de pérdida de carga 80
3.4.5. Simulación del Sistema a través del Software Elite Fire Fighting Program 82
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 89
3.5. Validación del equipo de Bombeo 91
3.6. Dimensionamiento de la reserva de agua contra incendios. 92
3.6.1. Características del tanque de agua. 93
3.6.2. Placa anti vórtice 94
CONCLUSIONES 96
BIBLIOGRAFIA 99
ANEXOS 101

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Utilidad del coeficiente de pérdida de fricción de Hazen Williams. 19
Tabla 2 Coeficientes de pérdidas del diagrama de Moody.....21
Tabla 3. Flujo nominal para bombas contraincendios.....39
Tabla 4. Especificaciones de tuberías 45
Tabla 5. Especificaciones de tuberías (continuación) 46
Tabla 6. Criterios de diseño para rociadores 74
Tabla 7. Protección ESFR del almacenamiento paletizado o en apilamientos compactos de mercancías de clase I a clase IV 76
Tabla 8. Longitudes Equivalentes.....80
Tabla 9. Dimensiones de tuberías de acero 81
Tabla 10. Configuración de tuberías 87
Tabla 11. *Criterios de cálculo* 88
Tabla 12. Cuadro comparativo Modo control versus Modo supresión 89
Tabla 13. Resumen de las soluciones de cálculo 90

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Componentes de la energía de un fluido* 11
Figura 2. *Pérdida de energía en una conducción a presión* 13
Figura 3. *Ecuación de continuidad* 15
Figura 4. *Nomograma de Caudales- Fórmula de Hazen Williams* 20
Figura 5. *Método de Cross* 22
Figura 6. *Base teórica del Método de Cross* 23
Figura 7. *Método de Newton – Raphson* 29
Figura 8. *Teoría del fuego* 32
Figura 9. *Tanque de Acero tipo atornillado* 37
Figura 10. *Curva de desempeño de una bomba* 38
Figura 11. *Bomba contra incendio* 39
Figura 12. *Rociadores* 42
Figura 13. *Gabinetes contra incendios* 44
Figura 14. *Ejemplo de una configuración de bucle simple* 49
Figura 15. *Presión disponible desde un suministro de agua de flujo de 450 gpm* 51
Figura 16. *Curva de rendimiento de la bomba* 53
Figura 17. *Vista en planta de la ubicación del proyecto* 56
Figura 18. *Ejemplo de curva de área/densidad* 61
Figura 19. *Área APT seleccionada, Almacen de Productos Terminados* 71
Figura 20. *Dimensiones de las tuberías de acero* 81
Figura 21. *Diseño Isométrico de la alimentación del sistema de red de rociadores* 83
Figura 22. *Datos generales del proyecto* 84
Figura 23. *Ventana para inserción de plano del proyecto* 85
Figura 24. *Área de diseño de los rociadores del almacén de productos terminados* 86
Figura 25. *Curva de comparación de la Demanda vs el Suministro.* 90
Figura 26. *Ejemplo de curva del performance del equipo de bombeo* 92
Figura 27.*Dimensiones del tanque de agua existente.* 94
Figura 28. *Placa anti vórtice.* 95

RESUMEN

La presente monografía técnica tiene como finalidad proponer el diseño del sistema contraincendios para el almacén de productos terminados de la planta industrial papelera Forsac, dedicada a la producción de sacos y bolsa de papel, con sede en la ciudad de Lima, basado en los estrictos requerimientos de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA 13) y el Reglamento Nacional de Construcción (RNE). La investigación es de enfoque cuantitativo, de nivel aplicativo y de diseño no experimental de tipo transversal. Como parte del diseño se plantea la utilización de rociadores tipo ESFR (Early Suppression Fast-Response), los cuales permiten optimizar la reserva de agua. De este modo, el equipo de protección contra incendios se diseñó considerando que el mejor método de apagado del fuego es de supresión y constará de 12 rociadores tipo ESFR alimentado por un sistema de bombeo que impulsa un caudal total de 2500 GPM y presión requerida de 145 psi.

Palabras claves: contra incendio, normas NFPA 13, rociador.

ABSTRACT

The purpose of this technical monograph is to propose the design of the firefighting system for the finished products warehouse of the Forsac industrial paper plant, dedicated to the production of sacks and paper bags, based in the city of Lima, grounded scheduled the strict supplies of the Nationwide Ardor Defense Connotation (NFPA 13) and the National Building Code (RNE). The research has a quantitative approach, application level and cross-sectional non-experimental design. As part of the design, the use of ESFR (Early Suppression Fast-Response) type sprinklers is proposed, which allow the water reserve to be optimized. In this way, the fire protection equipment was designed considering that the best fire extinguishing method is suppression and will consist of 12 ESFR type sprinklers fed by a pumping system that drives a total flow rate of 2500 GPM and required pressure of 145 psi.

Keywords: fire protection, NFPA 13 standards, sprinkler.

CAPITULO I. GENERALIDADES

1.1. INTRODUCCION

Un incendio sucede por la ausencia de mantenimiento y carencia de un sistema de detección y extinción de incendios, el cual, al propagarse causa desastres que son incontrolables, ocasionando pérdidas humanas, destrucciones materiales, entre otros. Los incendios se distinguen por el área en donde se producen y, por lo tanto, es directamente proporcional a la magnitud con la que se extienda. La magnitud de la importancia de contar con un plan de seguridad para las personas que hacen alguna actividad en infraestructuras tales como; Edificios, mercados o plantas industriales es muy valioso, por lo cual, se puede evitar la pérdida de personas y tener un mejor grado de seguridad frente alguna eventualidad de incendio.

Actualmente, se dispone de una amplia gama de normas que rigen la implementación de los sistemas de control y extinción de incendios, entre las cuales, se pueden mencionar: el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) creado en el Perú, del mismo modo la National Fire Protección Association (NFPA) asociación fundada en USA.

Para diseñar correctamente una red de extinción de incendios, la cual, debe incluir la selección y cálculo del mismo, el diseñador debe tener claro el reglamento y las normas que orientan la construcción adecuada y especifica del sistema, esto en detalle comprende el sistema de bombas o tanques contra incendios, rociadores y tuberías. Este sistema permite disminuir las pérdidas de materiales de un inmueble o industria.

En este sentido, cumplir con todas estas premisas de diseño permitirá conseguir un sistema óptimo, confiable y seguro para su correcta operación. Los orígenes que originan un incendio son diferentes, por lo tanto, es necesario realizar previamente al diseño final, un estudio de riesgo en cada infraestructura o negocio vulnerable, de esta

forma, las probabilidades que ocasione daños mayores se reducen debido, a que disponer de una red de extinción de incendio hará posible controlar o apagar el fuego.

Entre los primordiales sistemas de protección contra incendio de tipo activo se disponen: los de red de rociadores automáticos, extintores, detección y alarma, gabinetes. Así mismo, en el caso de los de tipo de protección pasiva, estos operan sin intervención humana, su principal objetivo es permitir la evacuación del personal presente en la eventualidad e intervenir los servicios de emergencias.

Los almacenes de productos terminados de la planta Forsac, así como todos los patrimonios destinados a los almacenamientos, presentan inherentemente el riesgo latente de incendios. Los incendios son extremadamente destructivos. No solo causan la pérdida de vidas humanas, sino que también dejan a los individuos incapacitadas y destruyen propiedades. Se pueden evitar o detener muchos incendios antes de que causen daños permanentes. En la actualidad, la tecnología nos permite crear un sistema de protección contra incendios que sea seguro, preciso y capaz de funcionar en caso de emergencia.

Tener un diseño y mantenimiento adecuados del sistema de protección contra incendios es crucial para asegurarse de que el equipo funcione sin ninguna falla cuando se necesite utilizar.

1.2. Importancia del tema

El diseño de un sistema de protección contra incendios es de vital importancia en una fábrica destinada a la producción de artículos de papel, primordialmente en las áreas de producción y almacenamiento, puesto que la prevención evitará las pérdidas materiales como muebles, inmuebles; las posibles pérdidas humanas, además de la consiguiente paralización de la producción. Em síntesis, una adecuada prevención permitirá que la empresa cumpla con su rol de abastecedor del amplio mercado local y extranjero.

1.3. Planteamiento del problema

Las instalaciones industriales que están expuestas al fuego suelen ser de gran tamaño, contienen muchos y muy diversos tipos de materiales combustibles, disponen de grandes almacenes que son fáciles de esparcir, y son lugares donde se concentran muchos materiales inflamables. Así mismo, existen peligros adicionales o condiciones que pueden causar este tipo de accidente, siendo los más comunes los cortes de energía, manteles o botes de basura, sucesos o programas específicos que incluyen magnos equipos eléctricos, iluminación extra inesperada en las indicaciones de la instalación eléctrica, etc.

Por otro lado, las débiles reglamentaciones de seguridad del gobierno y los requisitos mínimos de construcción municipales no son suficientes para ofrecer una protección mínima para esta clase de activos. El análisis integral de los restos de protección contra incendios de edificios en manos de las aseguradoras.

La planta papelera Forsac no está exenta de estos riesgos, tiene un almacén de 2040 m^2 de área en donde almacena grandes volúmenes de productos terminados como: bolsas, sacos y empaques de papel, la cual debe protegerse previniendo la ocurrencia de un siniestro. En tal sentido, cabe realizar la siguiente pregunta de investigación:

¿De qué manera el diseño de una red de agua contra incendio para la activación de los rociadores protegerá la vida del personal y los productos del almacén de productos Terminados de la planta de Forsac?

1.4. Propuesta de solución

Este trabajo propone el diseño un sistema de protección contra incendios a base de agua, especialmente en áreas de almacenamiento de producto terminado, basado en los estrictos requerimientos de la NFPA 13 (Asociación Nacional de Protección contra

Incendios) y el Reglamento Nacional de Construcción (RNE). Para ello, se ha considerado la implementación de rociadores tipo árbol que cubran la totalidad del área en riesgo; los cuales serán alimentados de agua mediante una red de tubería de acero al carbono schedule 40, proveniente de una cisterna de 1080 m^3 de capacidad, impulsada por un sistema de bombas centrífugas estacionarias.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar el sistema de protección contra incendio a base de agua para el almacén de productos terminados de una planta industrial papelera en la ciudad de Lima

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar nivel de riesgo del almacén de productos terminados
- Determinar el método más conveniente de combatir el fuego en al almacén de productos terminados de la planta.
- Simular el funcionamiento del sistema contra incendios utilizando el software Elite Fire.
- Determinar la capacidad de la cisterna existente de 824 m3 es suficiente para proteger el Almacén de productos Terminados.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según Salma (2018), este proyecto tiene objetivo informar sobre el estado del sistema contra incendios en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Se busca aplicar los estudios adquiridos en la etapa de pregrado y comunicar el estado actual del sistema a la institución educativa. Para lograr esto, se produjo un estudio detallado de cada espacio de la edificación de tres niveles, con la intención de identificar el nivel de riesgo y determinar si cumple con las exigencias mínimas establecidas en la normativa local (NSR-10) o normas internacionales como la NFPA. Los resultados del análisis revelaron que la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital no cuenta con un sistema contra incendios plenamente funcional. Los gabinetes de control no están operativos y las tuberías se encuentran obstruidas. Además, se determinó que este sistema no cumple con las normativas vigentes en Colombia. Para evaluar el costo del sistema contra incendios, se obtuvo una cotización de una sociedad especialista en diseño e instalación de estos sistemas, lo que garantizó una valoración realista y cercana a la situación actual.

Acorde a Bósquez (2016), este proyecto siguió las pautas establecidas por la norma NFPA para la compañía ecuatoriana de metalurgia, Adelca C.A., la cual se dedica principalmente a la fundición, reciclaje y manejo de chatarra. El diseño se basó en conocimientos derivados de regulaciones y normativas relacionadas con la prevención de incendios, alineadas con objetivos de mejora ambiental, regulaciones de seguridad y salud en el trabajo, así como la Norma INEN y la NFPA. La parte más vulnerable de la empresa, específicamente en el área de producción, fue objeto de estudio, debido a sus antecedentes

de incidentes de incendio no deseados. Por lo tanto, se plantea la ejecución de un sistema de protección contra incendios que asegure las especificaciones de la norma NFPA. Adicionalmente, se llevaron a cabo cálculos hidráulicos exhaustivos para determinar el tamaño adecuado de las bombas, el tanque contra incendios, las tuberías, los equipos y los accesorios necesarios. La selección del agente extintor se basó en los cálculos del sistema de bombeo, asegurando su capacidad de suministro y manipulación en toda la propiedad

Torres (2017), en su proyecto mostró los detalles de un sistema automatizado de detección y extinción de incendios, con el propósito de salvaguardar la seguridad de los individuos dentro de un edificio que, en caso de incendio, podría tener consecuencias catastróficas. El edificio en cuestión posee una diminuta área compartida que enlaza todos los pisos, lo que aumenta la cantidad del humo en caso de un incendio. El diseño del sistema incorpora rociadores, los cuales responden rápidamente ante la presencia de fuego o humo, sin depender de factores externos como los servicios de bomberos. Esto es fundamental dado que el tiempo de reacción ante un incendio es crucial. Basándose en los análisis de las premisas de diseño previas, se identificó que los elementos primordiales del sistema de protección contra incendios serían la bomba de agua principal y los rociadores. Para el edificio Aquinate, el diseño más apropiado de rociadores resultó ser el de configuración tipo árbol con ramales paralelos. La toma de decisiones en el diseño se alineó con la ocupación del edificio y los riesgos identificados en el mismo.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la investigación de Sagua (2022), tuvo como objetivo diseñar un sistema de extinción de incendios apoyado en la normativa NFPA 13 y el reglamento local RNE A 130. Para llevar a cabo el cálculo hidráulico, se utilizó el software CYPEFIRE Hydraulic System. Se integraron datos de presión y tiempo de operación para obtener el rendimiento

de 12 rociadores, acorde a las regulaciones, incluyendo el rociador ubicado en la posición más distante del sistema planificado. Los datos introducidos se seleccionaron previamente mediante las indicaciones dadas por la NFPA 13, tomando nota de los factores como el tipo de mercancía almacenada, la forma de almacenamiento, la altura del espacio y la altura la cubierta estructura metálica. En el tema del gabinete, se verificaron los requisitos de caudal y presión mínima de diseño de acuerdo con la norma NFPA 14, y estos valores se emplearon en el software de cálculo. Se evaluó el peor escenario posible en cuanto a los rociadores, obteniendo una presión de 61.04 psi y un caudal de 173.4 gpm. Estos valores se compararon con los mínimos permitidos y se verificó su cumplimiento satisfactorio. En relación al gabinete, se alcanzaron valores de caudal de 251.3 gpm y 102.92 psi de presión. El caudal global para el sistema de extinción de incendios se fijó con base a los 12 rociadores analizados y el gabinete, resultando en 2309.5 gpm.

En la investigación de Mendoza (2021), consistió en el diseño de un sistema de prevención de incendios con el objetivo de reducir los riesgos en una planta de molienda perteneciente a una compañía minera en Cajamarca. La investigación se clasificó como aplicada, explicativa, cuantitativa y experimental en su enfoque. A través del método de Meseri, se efectuó por un análisis que demostró la falta de salvaguardias adecuadas en todos los dispositivos de la planta de molienda. El proceso de diseño del sistema contra incendios comenzó con la preparación de un mapa de riesgos. Se planificó la implementación de un sistema de detección de humo y temperatura elevadas, junto con un sistema de extinción que utiliza rociadores. El proyecto de protección contra incendios implementado demandó una inversión de 2.085.582 soles. El flujo de ingresos anuales resultante es de 51 774 soles. Las evaluaciones económicas revelan que el Valor Actual Neto (VAN) es de 86 119 882 soles, a la vez, la Tasa Interna de Retorno correspondiente

al 141%, y la Relación Beneficio-Costo (B/C) es de 38.20. Estos indicadores evidencian la viabilidad económica del proyecto y su capacidad para generar notables ahorros para la empresa minera.

En la investigación de Panduro (2020), se efectuó el diseño de un sistema de prevención de incendios acorde a los requerimientos de la NFPA, con el fin de disminuir el riesgo correspondiente a las personas que laboran en la mina Las Bambas (Apurímac) durante el año 2020. Por ello, se efectuó una investigación aplicada y un diseño del tipo preexperimental. La recolección de datos se da por medio de la revisión documental y la aplicación de hojas de observación, con el propósito de obtener estadísticas relacionadas con los índices de accidentabilidad entre los miembros de la muestra de estudio. A partir de este enfoque, se alcanzó una exitosa ejecución del sistema contra incendios en concordancia con la Norma NFPA. Este sistema se fundamenta en una tasa de flujo que abarca la superficie estimada del área de diseño. Los rociadores se han distribuido estratégicamente para asegurar la cobertura completa del espacio analizado. También, la colocación de los gabinetes de mangueras abarca todo el riesgo protegido. Se ha instalado un sistema de distribución de agua que permite manejar un caudal de 101.84 galones por minuto (gpm), utilizando un gabinete de mangueras de clase II, con el objetivo de mantener una presión residual de 67.45 libras por pulgada cuadrada (psi).

En el proyecto investigación de Pérez y Ruelas (2020), permitió la evaluación de un sistema de prevención contra riesgos de incendio diseñado para el taller de soldadura eléctrica del Instituto Pedro P. Díaz, situado en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero. La metodología empleada en este estudio se caracterizó por ser aplicada, de enfoque cualitativo y con niveles de análisis descriptivos y explicativos. El proyecto se enfocó en el taller mencionado, donde la vulnerabilidad al riesgo de incendio afecta directamente a un grupo de 16 personas. Esta cifra comprende a 14 alumnos, 1 docente,

1 auxiliar y 2 responsables del taller. En este contexto, se realizó una evaluación utilizando el método intrínseco, proporcionando resultados cualitativos. La evaluación estableció que se obtuvo una carga de fuego ponderada de 7.19 (Mcal/m^2), evidenciándose un nivel de riesgo intrínseco bajo. Esta baja categoría de riesgo se atribuye principalmente a la cantidad limitada de gases presentes en el edificio. En la fase final de la investigación, se planteó un modelo de mapa de riesgo basado en las amenazas identificadas en el espacio analizado.

Andrade (2020), en su estudio, investigó la protección contra incendios en los almacenes de empresas pertenecientes al sector farmacéutico, basándose en análisis técnicos y empíricos publicados en el período comprendido entre 2010 y 2020. Para llevar a cabo la búsqueda relacionada con el tema de investigación, se utilizaron términos clave como Sistemas contra incendios, Prevención de incendios, Incendios, Almacenes farmacéuticos y la Industria farmacéutica. A través de una revisión sistemática, se seleccionaron 25 artículos de investigación provenientes de fuentes confiables como Dialnet, Ebsco y Proquest. También se pudo evidenciar en publicaciones mayoritariamente del año 2015, seguidos por los años 2016 y 2014 como los más relevantes. Con ello, se pudo constatar que la mayoría de los estudios examinados se enfocaron principalmente en el diseño y desarrollo de sistemas de protección contra incendios. Estos hallazgos proporcionan una base sólida para la elaboración del proyecto de investigación.

Paytan (2019), en su investigación tuvo como el objetivo el diseño y dimensionamiento del sistema de rociadores automáticos para la incremento y remodelación del almacén de laboratorio dental de la compañía TARRILLO BARBA S.A. ubicada en la ciudad de Lima (Perú). El sistema propuesto se abastecerá de agua a través de un sistema de bombeo íntegramente automatizado. La red estará presurizada y

responderá de forma automática ante la activación de un rociador o cualquier válvula angular. Este diseño del sistema contra incendios usando rociadores automáticos, se debe evaluar el tipo de riesgo y proporcionar la protección adecuada según las necesidades específicas del local. En este sentido, se concluye, por medio del cálculo hidráulico de la red de rociadores para el área de almacenamiento, se verifica que las pérdidas por fricción son considerablemente elevadas. Por lo tanto, en situaciones de riesgo elevado o en la protección de almacenes, resulta esencial dimensionar las tuberías a través del cálculo hidráulico para optimizar y reducir las pérdidas por fricción de modo eficiente.

2.2. Bases teóricas fundamentales

2.2.1. Conservación de la energía.

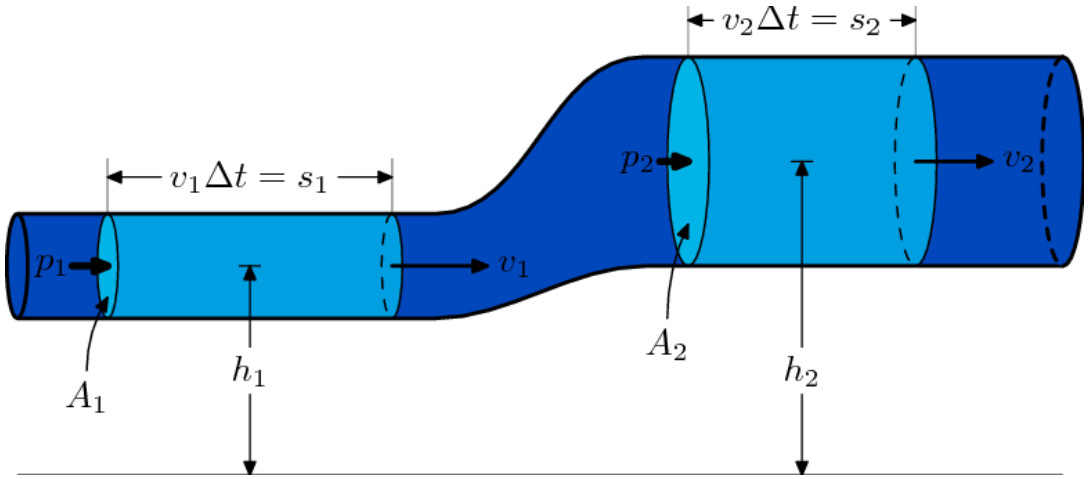
La formulación de la ecuación de energía se basa en la aplicación del principio de conservación de energía a un fluido en movimiento. La energía contenida en un fluido en movimiento incluye tanto su energía interna como la relacionada con su presión, la velocidad y las posiciones en los espacios. Este principio se expresa en la siguiente ecuación cuando se aplica al flujo en dirección este.

2.2.2. Principio de Bernoulli

Describe el comportamiento del fluido en movimiento a lo largo de una línea de trayectoria. Este principio fue formulado por Daniel Bernoulli, en su trabajo "Hidrodinámica" en 1738, y establece que en un fluido que carece de viscosidad y fricción, y que fluye a través de una conducción cerrada, la energía total del fluido se mantiene constante a lo largo de su recorrido. La energía total de un fluido en cualquier puntose compone de tres tipos de energía principales:

- Energía Cinética (hidrodinámica): relacionada con los objetos en movimiento, relacionado directamente con la masa y la velocidad de la sustancia.

Figura 1. ***Componentes de la energía de un fluido***



Fuente: Linares (2018)

Se rige por la expresión

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \qquad (1)$$

- Potencial gravitatorio: es la energía que tiene un objeto situado a cierta altura sobre la superficie terrestre.

Se gobierna por la ecuación

$$E_h = mgh \qquad (2)$$

Fuerza de flujo (hidrostática): es el vigor contenido en un elocuente debido al boicot que posee.

- Energía de flujo (hidrostática)

$$E_p = pV \qquad (3)$$

Los términos del teorema de Bernoulli, son los siguientes:

V: velocidad del fluido en la sección considerada

g: constante gravitacional

h: altura de referencia

p: presión estática

ρ: densidad del fluido

Considerando dos puntos 1 y 2de una misma línea de corriente, entonces

E1=E2 (4)

Eh1 + Ep1 + Ec1 = Eh2 + Ep2 + Ec2 (5)

Reemplazando, se obtiene la ecuación de Bernoulli:

$$mgZ_1 + P_1\text{mg} + \frac{mv_1^2}{2} = mgZ_2 + P_2mg + \frac{mv_2^2}{2} \quad (6)$$

Dividiendo ambos miembros de la ecuación por mg se obtiene

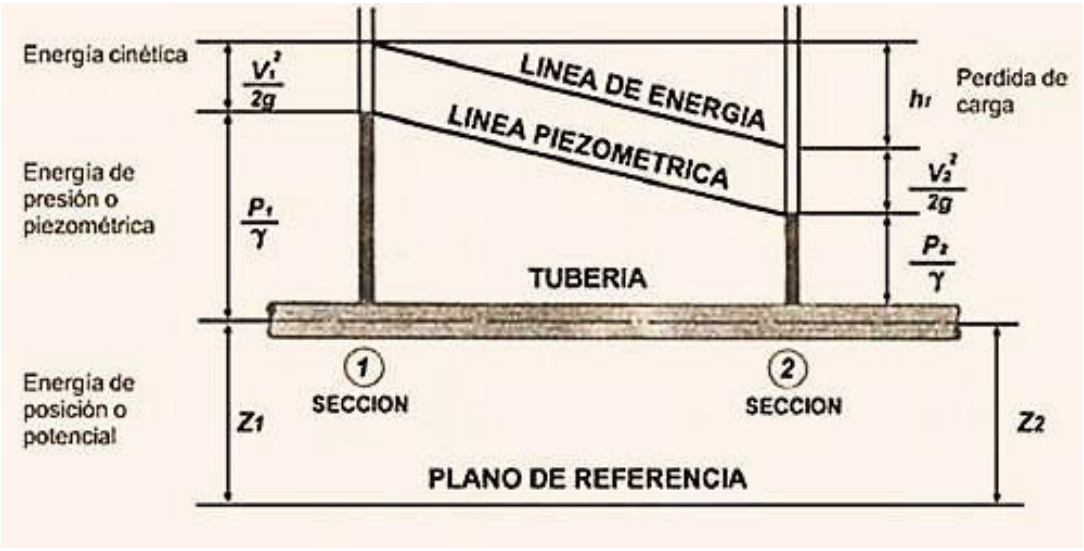
$$Z_1 + P_1 + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + P_2 + \frac{v_2^2}{2g} = constante \quad (7)$$

La ecuación de Bernoulli indica que, durante el flujo, las tres condiciones pueden sufrir modificaciones cambiando unos datos por otros, ente caso, el resultado final de la suma se conserva.

Esta relación solo es cierta para dos puntos que están muy cerca uno del otro. Como se verá más adelante, en toda transferencia de energía hay una disminución, en este caso, por el rozamiento del flujo de agua con la pared interior de la tubería y por tanto la regulación de la capa normalizadora.

En la figura 2, se diagrama lo que representa una sección de la tubería de agua bajo presión. En cada una se muestran dos secciones para visualizar el cambio de la energía global del fluido analizado.

Figura 2. ***Pérdida de energía en una conducción a presión***



La energía en función de la posición Z permanece constante debido a que la sección del tubo se mantiene a una altura constante en relación al plano de referencia. Sin embargo, tanto la energía cinética como las líneas isométricas presentan variaciones debido a la fricción generada por el flujo del agua dentro del tubo, lo cual resulta en una disminución de la carga o presión h. Esta pérdida de carga h solamente afecta la presión. En consecuencia, la ecuación de Bernoulli se ajusta de la siguiente manera:

$$Z_1 + P_1 + \frac{v_1^2}{2g} = Z_2 + P_2 + \frac{v_2^2}{2g} = constante \quad (8)$$

Y simplificando, como Z_1 es igual a Z_2 y v_1 es igual a v_2:

Ecuación de Bernoulli simplificada

$$p_1 = p_2 + h_{1-2} \quad (9)$$

$$p_2 = p_1 - h_{1-2} \quad (10)$$

El término nuevo h1-2 representa la pérdida de energía que se produce durante la conducción entre el segmento 1 y el segmento 2. Este término también se expresa en mca y se denomina, “pérdida de energía” o “pérdida de carga”

2.2.3. Conservación de la Masa

Un fluido al atravesar una tubería con diferentes diámetros, la velocidad se modifica dada la variación de la sección transversal en toda la longitud de la tubería. En el caso de todos los fluidos incompresibles que fluyen de manera continua, la velocidad en un punto específico del conducto existe una relación en proporción inversa al área de la sección en ese punto.

La relación entre la resistencia y el área de la sección transversal es inversa en ese punto específico.

La ecuación de continuidad se deriva del principio de conservación de la masa de manera natural. Esta se sustenta que la variación de caudal (Q) es nula ante cualquier cambio a lo largo de longitud analizada. Para el caso analizado, el resultado corresponde al producto de la velocidad del fluido por el área de la sección del conducto, por lo tanto:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow S_1.v_1 = S_2.v_2 \quad (11)$$

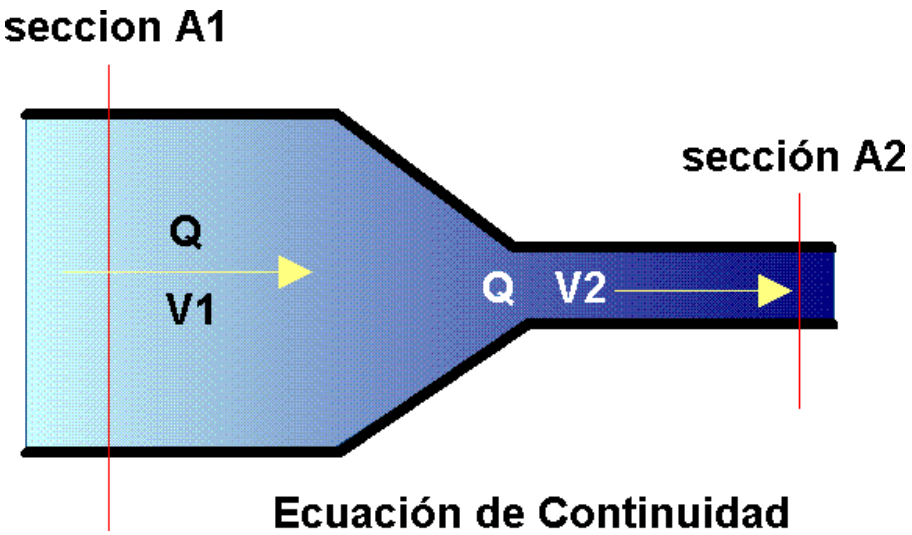
Donde:

S: es la superficie de las secciones transversales de los puntos 1 y 2 del conducto

V: es la velocidad del flujo en los puntos 1 y 2 de la tubería

Este análisis, establece que, para un flujo constante de caudal, es necesario que la reducción de la sección transversal se compense con el aumento de la velocidad de flujo del fluido, existiendo esta relación inversa entre las variables.

Figura 3. ***Ecuación de continuidad***



Ecuación de continuidad

$$v_2 = v_1 \frac{A_1}{A_2} \qquad (12)$$

Esto significa que la velocidad en la sección estrecha aumenta en proporción a la disminución de la velocidad.

2.2.4. Pérdida de Energía

En los elementos que componen la ecuación de energía, se observa que la única forma de energía susceptible de disminución debido al desplazamiento del fluido a lo largo del canal es la relacionada con la altura, es decir, la altura (p), la cual está influenciada por las características geométricas de la tubería, y la altura cinética (V2/2g), que depende exclusivamente de la velocidad del flujo y la geometría de la tubería.

De esta manera, se puede estimar que la altura o energía total decrecerá en la dirección del flujo debido a la pérdida por fricción, que se origina como resultado de la

resistencia generada por la interacción entre la superficie del conducto y el líquido en movimiento. Este tipo de pérdida se calcula según

a) la ecuación de Darcy-Weisbach

Dada por la expresión:

$$h_f = f\frac{LV^2}{2g} \quad \text{o bien} \quad h_f = f\frac{8LQ^2}{\pi^2 g d^5} \tag{13}$$

Donde:

hf : pérdida de carga por fricción (m)

f : factor de fricción

L: longitud de la tubería (m)

D: diámetro de la tubería (m)

$V^2/2g$: carga de velocidad (m)

Pérdida de carga en flujo laminar.

En el flujo laminar, la pérdida de carga esta especificada por la fórmula de Hagen-Poiseuille, de la siguiente forma:

$$\text{Perdida de carga} = \frac{32\mu LV}{\gamma d^2}\pi r^2 \tag{14}$$

Donde:

μ: viscosidad absoluta (Pa.s)

L: longitud de la tubería (m)

V: velocidad del flujo (m/s)

d: diámetro de la tubería (m)

γ: peso específico (N/m^3)

ν : viscosidad cinemática (m/s^2)

$$v = \frac{viscosidad_absoluta_\mu}{densidad_\delta} \quad (15)$$

y la $\delta = \frac{\gamma}{g}$ entonces se tiene $\frac{u}{y} = \frac{\mathrm{v}}{\mathrm{g}}$ sustituyendo en 1

$$Perdida\ de\ carga = \frac{32vLV}{gd^2} \quad (16)$$

Coeficiente de fricción f. Se relaciona con el número de Reynolds, para la cuantificación del tipo de flujo del fluido en un conducto, existe una correspondencia de la fuerza de inercia con la fuerza debida a la viscosidad.

$$R_E = \frac{Vd\delta}{\mu} = \frac{Vd}{v} \quad (17)$$

Entonces

$$Pérdida\ de\ Carga = 64\frac{v}{Vd}.\frac{LV^2}{R_E d2g} \quad (18)$$

Por lo tanto, para flujos laminares en todos los tubos y para cualquier fluido, se establece con la ecuación 21:

$$f = \frac{64}{R_E} \quad (19)$$

R_E tiene un valor práctico máximo de 2000 para que el flujo sea laminar

Para flujo turbulento el cálculo de f, se establece con el proceso siguiente:

Para evaluar f en todas las tuberías, tanto el Hidraulic Institute de Estados Unidos como la universalidad de ingenieros consideran que la ecuación de Colebrook es la más ampliamente aceptada. La ecuación es:

Ecuación Colebrook

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2log\left[\frac{e}{3.7d} + \frac{2.51}{R_E\sqrt{f}}\right] \quad (20)$$

Donde:

e = Tamaño de las imperfecciones superficiales de las tuberías [cm]

d = Diámetro [cm]

La ecuación mostrada tiene una solución compleja, pero hay gráficos (Moody) que muestran la relación entre los números de Reynolds y la rugosidad relativa e/d.

El flujo continuo con RE es mayor que 4000, entonces el movimiento en la tubería en el estado actual seguirá siendo caótico. Para tuberías, el flujo laminar ocurre y es estable en el rango RE<2000. Entre este valor y 4000 existe una zona crítica, en la que no se puede determinar con certeza la caída de presión. En la práctica, el movimiento del agua en la tubería siempre es caótico.

b) la ecuación de Hazen Williams.

Esta es una ecuación aplicable satisfactoriamente a cualquier tipo de conducto y materiales. Su ámbito de aplicación es el más amplio: diámetros desde 50 hasta 3500 mm

La prescripción de Hazen Williams se usa en problemas de presión en tuberías, es la siguiente:

$$p = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}d^{4.87}} \qquad (21)$$

Donde:

p = resistencia por fricción (psi por pie de tubería)

Q = flujo (gpm)

C = coeficiente de pérdida por fricción

d = diámetro interior real de la tubería (pulgadas)

Para unidades SI, debe utilizarse la ecuación siguiente:

$$p_m = 6.05\left(\frac{Q_m^{1.85}}{C^{1.85} d_m^{4.87}}\right) 10^5 \quad (22)$$

Donde:

pm resistencia por fricción (bar por m de tubería)

Qm = flujo (L/min)

C = coeficiente de pérdida por fricción

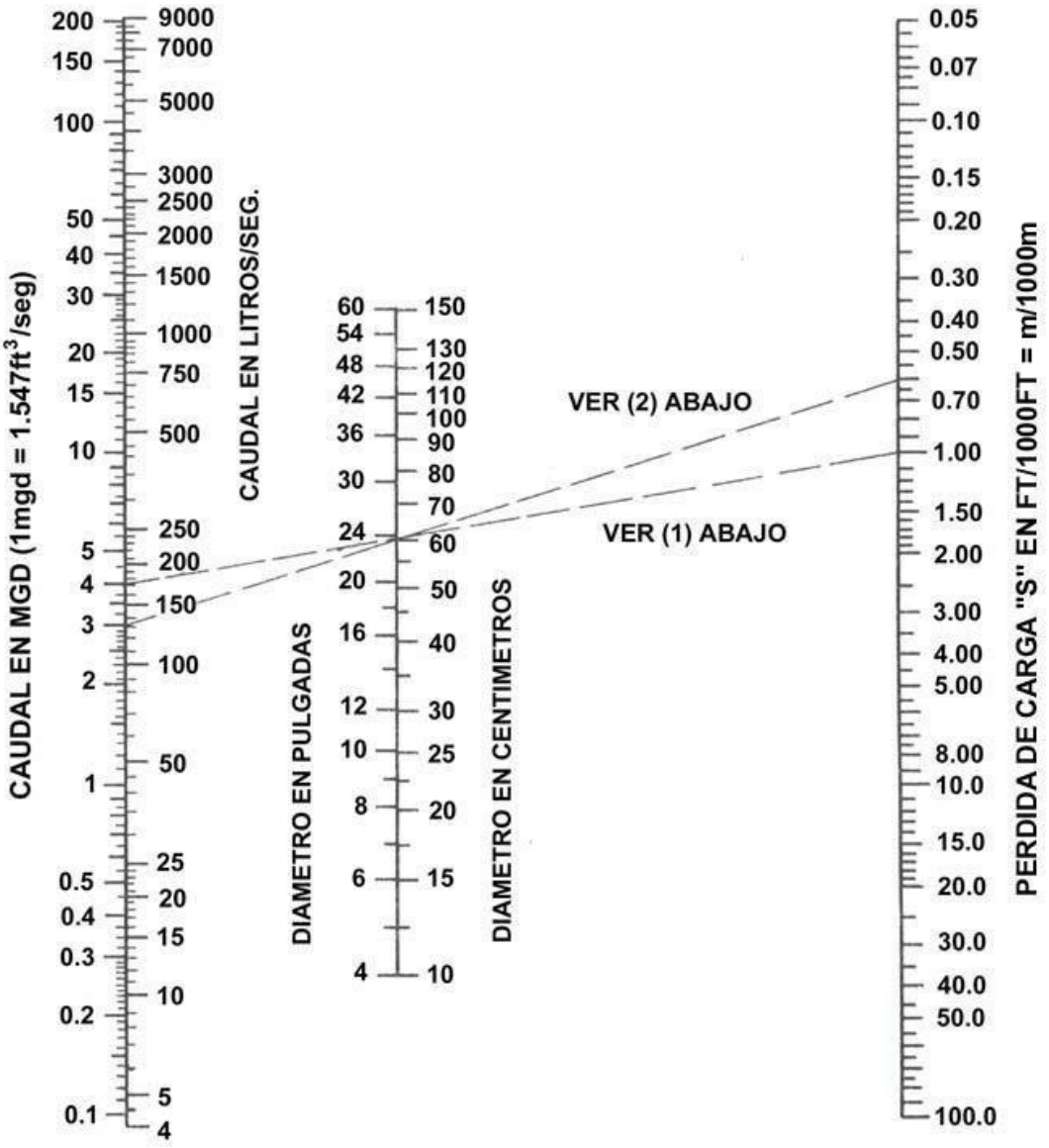
dm = diâmetro interior real (mm)

Para ello, la tabla 1, se expone la utilidad del coeficiente de surco de Hazen-Williams de distintos materiales.

Tabla 1. Utilidad del coeficiente de pérdida de fricción de Hazen Williams.

Material	C	Material	C
Asbesto cemento	140	Hierro galvanizado	120
Latón	130-140	Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130-140
Hierro fundido, nuevo	130	Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113	Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100	Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90	Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83	Acero rolado	110
Concreto	120-140	Lata	130
Cobre	130-140	Madera	120
Hierro dúctil	120	Hormigón	120-140

Figura 4. *Nomograma de Caudales- Fórmula de Hazen Williams*



Longitudes Equivalentes.

Este método consiste en considerar la pérdida secundaria de longitud equivalente, es decir, la longitud en metros de un ramal de tubería de semejante diámetro que producirá la misma pérdida terminal que dichos accesorios. Por lo tanto, cada codo, reductor u otro accesorio debe ser reemplazado por un Le de longitud equivalente. Para cambios de sección en las tuberías, se debe aplicar la igualdad de continuidad

Tabla 2 Coeficientes de pérdidas del diagrama de Moody.

Accesorios y válvulas	Accesorios y válvulas expresados en pies 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 a 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 (3.4)	13 (4)
Codo estándar a 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 a 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)
Té o cruz (giro de flujo de 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)
Retención tipo charnela*	—	—	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.4)	14 (4.3)	16 (4.9)	19 (5.8)	22 (6.7)	27 (8.2)	32 (9.3)	45 (13.7)	55 (16.8)	65 (20)

Para unidades SI: 1 pulg = 25,4 mm; 1 pie = 0.3048 m
Nota: La información sobre tubería de ½ pulg se incluye en la tabla sólo porque se permite bajo 8.22.19.3 y 8.22.19.4.
*Debido a las variaciones en el diseño de las válvulas de retención, los equivalentes de los tubos indicados en esta tabla, se consideran un promedio.

2.2.5. Método de Hardy Cross

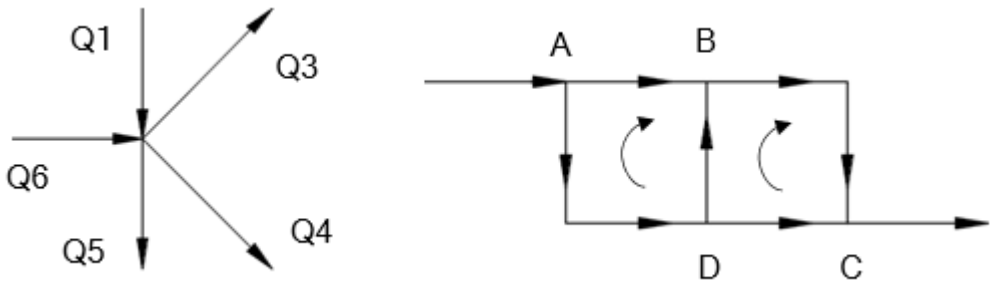
Los problemas de redes de conductos no pueden resolverse en la práctica analíticamente; con lo que suelen utilizarse métodos de aproximaciones sucesivas. Uno de esos métodos es el de Hardy Cross, de características similares al de Kirchhoff de determinación de redes eléctricas.

Nudos y mallas.

El uso en práctica del método de Cross se definen los subsiguientes elementos:

- Nudo: intersección de tres o más tuberías.
- Tramo: tubería entre dos nudos contiguos.
- Malla: camino cerrado formado por varios tramos, que comienza y acaba en un mismo nudo.

Figura 5. ***Método de Cross***



La esencia del método consiste en, sobre un croquis de la red, figura 19.5; suponer una distribución razonable de caudales, Q0i, dibujando los sentidos estimados con flechas.

Se cumplen las siguientes leyes elementales:

En un nudo, la suma algebraica de los caudales entrantes y salientes es igual a cero; como consecuencia de la ley de continuidad o de conservación de la masa:

$$\sum Q_i = 0 \qquad (21)$$

Por convenio se asigna el signo + a los caudales que entran en el nudo y el signo – a los salientes

La suma algebraica de las pérdidas de carga en cada una de las líneas que componen una malla es cero; para un circuito cerrado, puesto, si no fuera así, se llegaría a tener dos presiones diferentes en el mismo punto. Así para la malla de la figura:

$$(h_R)_{ABC} = (h_R)_{ADC} \Rightarrow (h_R)_{ABC} - (h_R)_{ADC} = 0 \qquad (22)$$

$$\sum h_R = 0 \qquad (23)$$

El convenio de signos es el siguiente: recorriendo la malla en el sentido de las agujas de reloj, si se encuentra “corriente de fluido” en el mismo sentido; hR es positiva, y, si se encuentra en sentido contrario, hR es negativa. En el ejemplo de la figura:

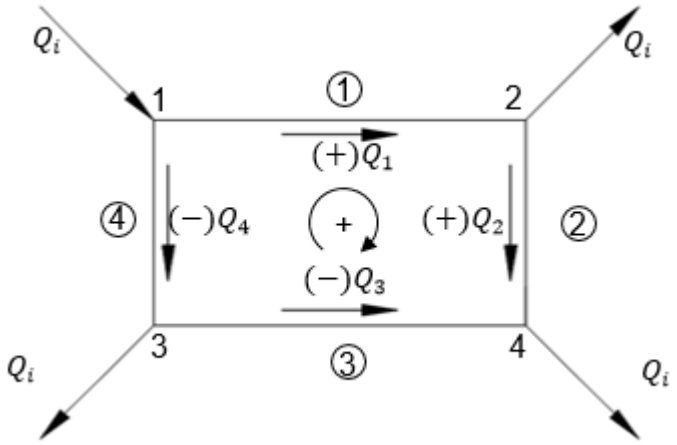
$$(h_R)_{AB} - (h_R)_{BD} - (h_R)_{DA} = 0 \quad (24)$$

$$(h_R)_{BC} - (h_R)_{CD} - (h_R)_{DB} = 0 \quad (25)$$

Base teórica del método. La ley de pérdida de carga nula; ha de cumplirse en cada una de las mallas de nuestra red de distribución. Utilizando la ecuación de Darcy-Weisbach para el cálculo de pérdidas de carga, esa condición se transforma en:

$$\sum(\pm)K_i Q_i^2 = 0 \quad (26)$$

Figura 6. ***Base teórica del Método de Cross***



Pero realmente, ki depende de f; que a su vez no depende del caudal más que en situaciones de flujo con dominio de rugosidad (turbulencia completa). Una expresión más general, aplicable en función del tipo de flujo, se puede expresar:

$$\sum(\pm)K_i Q_i^n = 0(*) \quad (27)$$

Con n= 1 en flujo laminar

n= 2 en régimen completamente turbulento.

1,8<n<2 en régimen turbulento con influencia del número de Reynolds.

Así, por ejemplo, partiendo de la ecuación de Hazen-Williams (con las limitaciones ya vistas de aplicación):

$$v = 0.8494 x \mathrm{C}_1 x R_H^{0.63} x S^{0.54} \quad (28)$$

Equivale a:

$$Q = 0.8494 x \mathrm{C}_1 x \left(\frac{d}{4}\right)^{0.63} x \left(\frac{h_R}{L}\right)^{0.54} x \frac{\pi d^2}{4} \quad (29)$$

De donde, despejando la pérdida de carga:

$$Q = Q_0 + \Delta Q \quad (30)$$

En donde k es un coeficiente que depende de la geometría y de la rugosidad de la tubería.

Partiendo de una expresión de la pérdida de carga del tipo (*) y de un caudal estimado en cada tramo, el caudal verdadero que se tendrá en cada tramo de la red será:

$$h_R = k x Q^{1.85} \quad (31)$$

En donde es la desviación entre el caudal verdadero y el que se ha estimado, Q_0. QΔ.

Mediante el desarrollo del binomio de Newton se tiene para la pérdida de carga que:

$$h_R = k x Q^n = k(Q_0 + \Delta Q)^n = k\left[\binom{n}{0} Q_0^n \Delta Q^0 + \binom{n}{1} Q_0^{n-1} \Delta Q^1 + \cdots\right] \quad (32)$$

Con lo que queda:

$$h_R = k(Q_0^n \Delta Q^0 + n Q_0^{n-1} \Delta Q + \cdots) \quad (33)$$

Donde se desprecian los términos en los que aparecen potencias de orden superior a la unidad en la corrección; que se supone que es mucho menor que el valor del caudal.

Aplicando esta forma de la pérdida de carga a cada uno de los tramos de una malla, se tiene:

$$\sum(\pm h_R) = 0 \quad (34)$$

$$\sum h_{R+} - \sum h_{R-} = \sum_{Sent+} k_i(Q_{0i}^n + nQ_{0i}^{n-1}\Delta Q) - \sum_{Sent-} k_i(Q_{0i}^n + nQ_{0i}^{n-1}\Delta Q) \quad (35)$$

Despejando el valor de la corrección del caudal, que será común a cada tramo de la malla, se tiene, teniendo en cuenta el caudal en cada tramo:

$$\Delta Q = -\frac{\sum k_i Q_{0i}^n}{n\sum k_i Q_{0i}^{n-1}} \quad (36)$$

Esta expresión también se puede poner en función de la pérdida de carga:

$$h_R = kQ_0^n \Rightarrow \frac{h_R}{Q_0} = kQ_0^{n-1} \quad (37)$$

Con lo que:

$$\Delta Q = -\frac{\sum h_R}{n\sum\left(\frac{h_R}{Q_0}\right)} \quad (38)$$

Este método tiene el inconveniente de que es necesario que la primera estimación del caudal sea algo cercana a la real; con el fin de que las aproximaciones realizadas al desestimar términos en el binomio de Newton sean correctas. Este método es difícil de aplicar cuando hay bombas o turbinas los depósitos.

Método de operación. La aplicación del método de Cross se realiza en las siguientes etapas:

1) Se definen y numeran los nudos, mallas y tramos de la red, estableciendo el caudal supuesto inicial Q0 en módulo, dirección y sentido.

2) Se establece una tabla para cada malla con los siguientes parámetros:

- Número identificativo del tramo
- Longitud del tramo
- Diámetro del tramo
- Caudal estimado en el tramo
- Coeficiente de Hazen-Willians para la determinación de la pérdida de carga o resistencia hidráulica de la tubería (k)

- Pérdida de carga en el tramo
- Pérdida de carga por unidad de caudal.

Con lo que:

3) Se calculan las pérdidas de carga en cada tramo (bien mediante el nomograma de Hazen-Williams; bien mediante la ley de Darcy-Weissbach)

4) Se calcula para cada malla la pérdida de carga total y su pérdida de carga por unidad de flujo.

$$\sum h_R \ y \ \sum \left({}^{h_R}/_{Q_0} \right) \tag{39}$$

5) Se establece para cada malla el caudal correctivo:

$$\Delta Q = -\frac{\sum h_R}{n \sum \left(\frac{h_R}{Q_0} \right)} \tag{40}$$

Que proporcionará la variación de caudal que se tendrá que realizar en cada tramo perteneciente a la misma malla. En el caso de un tramo que pertenezca a más de una malla; habría que sumarle cada caudal correctivo correspondiente a cada malla a la que pertenece con el signo correspondiente. El coeficiente n dependerá del tipo de flujo, aunque lo habitual es que esté entre 1,8 y 2; al tener régimen turbulento en la mayoría de las aplicaciones con conducciones.

6) Se calculan los nuevos caudales para cada tramo sumándoles ese factor corrector del caudal:

$$Q_1 = Q_0 + \Delta Q \tag{41}$$

Y comenzando de nuevo el proceso hasta llegar a conseguir perdidas de carga nulas en cada malla.

$$\sum h_R = 0 \tag{42}$$

Método de la teoría lineal o de linealización de ecuaciones flujo para el cálculo de redes malladas.

Este método utiliza los mismos sistemas de ecuaciones que se establecen mediante el método de Cross. En cuanto se refieren a la igualdad de pérdida de carga dentro de una malla. Esto lleva a tener ecuaciones lineales para los nudos, y no lineales para las mallas; puesto que las pérdidas de carga en éstas dependen de Qn. Si se logra las ecuaciones de pérdida de carga, se reduce el problema a resolver un sistema de ecuaciones lineales; susceptible de ser resuelto fácilmente mediante cálculo matricial.

Para linearizar esas ecuaciones se han de establecer nuevos valores de la resistencia hidráulica en cada tramo, que en este caso serán también dependientes del caudal. En cada malla:

$$\sum_{i=1}^{n} k_1 Q_i^n = \sum_{i-1}^{n} (k_i Q_i^{n-1})\, Q_i = \sum_{i=1}^{n} k_i^{'}\, Q_i \qquad (43)$$

Esta nueva resistencia hidráulica k' habría que obtenerla en cada iteración en función del caudal.

El procedimiento de cálculo por este método es el siguiente:

Dibujar la red con los datos de caudal de entrada y salida.

Suponer direcciones de flujo en el interior de la red.

Calcular el coeficiente de fricción de cada línea (f) en función del valor de la rugosidad, diámetro, y calcular la resistencia hidráulica de cada línea.

$$k_i = \frac{8fLQ^2}{g\pi^2 d^5} \qquad (44)$$

$$k_i^{'} = k_i Q^{n-1} \qquad (45)$$

Resolver los sistemas de ecuaciones:

$$\sum k_i^{'} Q_i = 0\ en\ mallas\ (1ecuacion\ por\ malla) \qquad (46)$$

$$\sum Q_i = 0\ en\ nudos\ (1ecuacion\ por\ nudo) \qquad (47)$$

Las soluciones de los caudales del sistema anterior se utilizan para calcular de nuevo el coeficiente de fricción, y con él las nuevas k y k'.

Resolver de nuevo las ecuaciones en mallas y nudos con los caudales obtenidos en la primera iteración y con los nuevos k'.

Se obtendrá entonces una segunda solución, que utilizaremos para obtener un nuevo coeficiente de fricción y una nueva k'.

En esta tercera iteración y a partir de aquí, los nuevos coeficientes k' se obtendrán de la forma:

$$k_i^{j'} = k_i^{j-1}\left(\frac{Q_i^{j-1}+Q_i^{j-2}}{2}\right) \quad (48)$$

Esta forma de operar, que se basa en utilizar las dos soluciones anteriores en lugar de la última solución para plantear la nueva iteración, hace más rápida la convergencia. A partir de este paso, las sucesivas iteraciones se basarán en las dos soluciones anteriores.

- Se deja de iterar en cuanto a la diferencia entre los caudales obtenidos sea inapreciable.

$$Q_i^{j-1} = caudales\ ontenidos\ en\ el\ paso\ 6\ (1\ iteracion\ antes) \quad (49)$$

$$Q_i^{j-2} = caudales\ ontenidos\ en\ el\ paso\ 6\ (2\ iteracion\ antes) \quad (50)$$

Esta forma de operar, que se basa en utilizar las dos soluciones anteriores en lugar de la última solución para plantear la nueva iteración, hace más rápida la convergencia. A partir de este paso, las sucesivas iteraciones se basarán en las dos soluciones anteriores.

Se deja de iterar en cuanto a la diferencia entre los caudales obtenidos sea inapreciable.

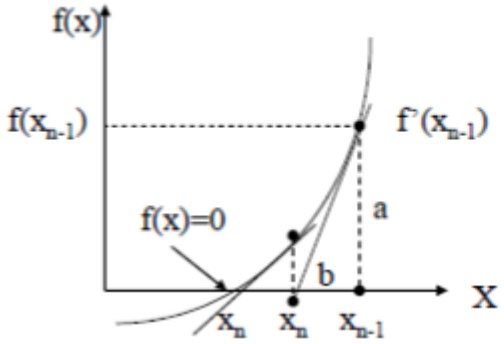
$$Q_i^{j-1} \approx Q_i^{j} \quad (51)$$

2.2.6. Método de Newton – Raphson

Este es un enfoque que implica iteraciones sucesivas, en el cual la solución en cada paso se calcula basándose en la solución previa, el valor de la función y su derivada. Es útil para calcular sistemas no- lineales.

Sea f(x)=0, la función cuya solución (valor de x) se busca

Figura 7. ***Método de Newton – Raphson***



$$f'(x_{n-1}) = \frac{a}{b}, \qquad a = f(x_{n-1})$$

Entonces:

$$b = \frac{f(x_{n-1})}{f'(x_{n-1})}$$

$$x_n = x_{n-1} - b$$

$$\boxed{x_n = x_{n-1} - \frac{f(x_{n-1})}{f'(x_{n-1})}}$$

Uso del método de corrección de caudales:

i. Suponer distribución de caudales inicial respetando la condición 1.

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{ji} + C_i = 0 \qquad (52)$$

ii. Verificar condición 2

$$\sum_{j=1}^{n} \Delta H_{ji} \neq 0 \qquad (53)$$

j: cañerías en circuito i.

iii. Generar una solución de caudales única para cada circuito, de manera que se cumpla la condición 2.

$$\sum_{j=1}^{n} \Delta H_{ji} = 0 \tag{54}$$

$$\Delta H_{ji} = K_j \,.\, (Q_{ji} + \Delta Q_i)^p \tag{55}$$

Luego se debe cumplir que en cada circuito:

$$\sum_{j=1}^{n} K_j \,.\, (Q_{ji} + \Delta Q_i)^p = 0 \tag{56}$$

El método de Newton-Raphson considera

$$f(x) = \sum_{j=1}^{n} K_j \,.\, (Q_{ji} + \Delta Q_i)^p = 0 \tag{57}$$

Y que:

$$x_n = \Delta Q_i \quad \text{y} \quad x_{n-1} = \Delta Q_{i0} \tag{58}$$

Luego:

$$\Delta Q_i = \Delta Q_{i0} - \frac{\sum_{j=1}^{n} k_j.(Q_{ji}+\Delta Q_i)^p|_{\Delta Q_{i0}}}{\left[\frac{\partial}{\partial \Delta Q_i}\sum_{j=1}^{n} K_j.(Q_{ji}+\Delta Q_i)^p\right]|_{\Delta Q_{i0}}} \tag{59}$$

La asignación inicial de los flujos establece una condición de partida donde $\Delta Q_{i0} = 0$ para cada circuito i. Luego, la solución inicial de Newton Raphson para la primera iteración se presenta de la siguiente manera:

$$\Delta Q_i = -\frac{\sum_{j=1}^{n} k_j.(Q_{ji}+\Delta Q_i)^p\Big|_{\Delta Q_i=0}}{\left[\frac{\partial}{\partial \Delta Q_i}\sum_{j=1}^{n} K_j.(Q_{ji}+\Delta Q_i)^p\right]\Big|_{\Delta Q_{i0}=0}} \tag{60}$$

Se tiene entonces que:

$$\sum_{j=1}^{n} k_j \,.\, (Q_{ji} + \Delta Q_i)^p \Big|_{\Delta Q_i = 0} = \sum_{j=1}^{n} K_j . (Q_{ji})^p \qquad (61)$$

Por su parte el denominador queda:

$$\left[\sum_{j=1}^{n} \frac{\partial}{\partial \Delta Q_i} K_j \,.\, (Q_{ji} + \Delta Q_i)^p\right]\Big|_{\Delta Q_{i0} = 0} = \sum_{j \in 1}^{n} p \,.\, K_j . (Q_{ji})^{p-1} \qquad (62)$$

Las condiciones correspondientes a las tuberías que no pertenecen al circuito i son nulas. Estarán las tuberías que pertenecen a dos circuitos, en cuya situación las modificaciones no se hacen cero.

Igualmente se debe enunciar cada ecuación (ec. 62) que ofrece un circuito como:

$$\left[\frac{\partial}{\partial \Delta Q_i} \sum_{j=1}^{n} K_j \,.\, (Q_{ji} + \Delta Q_i)^p\right]\Bigg|_{\Delta Q_{i0} = 0} .\Delta Q_i = -\sum_{j=1}^{n} k_j \,.\, (Q_{ji} + \Delta Q_i)^p \Bigg|_{\Delta Q_i = 0}$$

Formulando la ecuación en condiciones de la función:

$$\Delta H_{ji}(Q_{ji}\ ;\ \Delta Q_i) = K_j . \left(Q_{ji} + \Delta Q_i\right)^p \qquad (63)$$

La ecuación para cada circuito queda:

$$\left[\sum_{j=1}^{n} \frac{\partial}{\partial \Delta Q_i} \Delta H_{ji}(Q_{ji}\ ;\ \Delta Q_i)\right]\Bigg|_{\Delta Q_{i0} = 0} .\Delta Q_i = -\sum_{j=1}^{n} \Delta H_{ji}(Q_{ji}\ ;\ \Delta Q_i) \Bigg|_{\Delta Q_i = 0}$$

En representación matricial, el sistema de ecuaciones debe resolverse para n circuitos es:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial \Delta H_{j1}}{\partial \Delta Q_1}\Big|_{\Delta Q_1=0} & \frac{\partial \Delta H_{j1}}{\partial \Delta Q_2}\Big|_{\Delta Q_2=0} & \frac{\partial \Delta H_{j1}}{\partial \Delta Q_3}\Big|_{\Delta Q_3=0} \\ \frac{\partial \Delta H_{j2}}{\partial \Delta Q_1}\Big|_{\Delta Q_1=0} & \frac{\partial \Delta H_{j2}}{\partial \Delta Q_1}\Big|_{\Delta Q_1=0} & \frac{\partial \Delta H_{j2}}{\partial \Delta Q_3}\Big|_{\Delta Q_3=0} \\ \frac{\partial \Delta H_{j3}}{\partial \Delta Q_1}\Big|_{\Delta Q_1=0} & \frac{\partial \Delta H_{j3}}{\partial \Delta Q_1}\Big|_{\Delta Q_1=0} & \frac{\partial \Delta H_{j3}}{\partial \Delta Q_3}\Big|_{\Delta Q_3=0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta Q_1 \\ \Delta Q_2 \\ \Delta Q_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sum_{j=1}^{n} \Delta H_{j1}\Big|_{\Delta Q_1=0} \\ -\sum_{j=1}^{n} \Delta H_{j2}\Big|_{\Delta Q_2=0} \\ -\sum_{j=1}^{n} \Delta H_{j3}\Big|_{\Delta Q_3=0} \end{bmatrix}$$

Resolviendo el sistema se obtiene una corrección ΔQ1, ΔQ2, ΔQ3, aplicable a cada circuito.

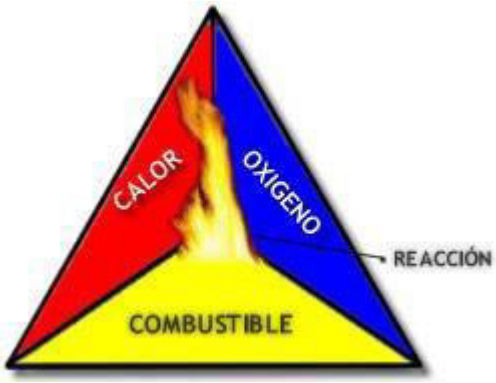
Si esa corrección cumple con las condiciones de pérdida de energía, la red está resuelta. Si no, se vuelve a realizar la iteración.

2.3. Bases teóricas de ingeniería

2.3.1. Teoría del Fuego

La combustión es un proceso químico de oxidación veloz que provoca la descomposición de componentes generadores de energía en forma de calor y luz. Estos componentes incluyen el combustible, el oxidante, la fuente de calor y la ruta de reacción del compuesto. El fuego es una manifestación de la combustión incontrolada.

Figura 8. ***Teoría del fuego***



. Fuente: Mendoza (2018)

2.3.2. Clases de fuego

- Clase A: Sólido. Los incendios que contienen sólidos inflamables a menudo forman brasas, a menudo de naturaleza orgánica, como madera, tela, caucho, papel y algunos plásticos.
- Clase B: líquido. Incendios que involucran líquidos inflamables como petróleo, gasolina, aceite, pinturas, alcohol o sólidos licuados como parafina, asfalto y algunos tipos de cera y resinas.
- Clase C: GASES.
- Clase D: Metal. Un incendio que involucre metales inflamables como sodio, magnesio, potasio u otros cuando se muelen en partículas muy finas (como el aluminio).
- Clase K: Aceites y grasas comestibles. Incendios provocados por el uso de estos materiales en utensilios de cocina. Esta categoría se creó en 2005 cuando se descubrió que estos líquidos no se comportan como otros y no pueden utilizar los mismos agentes extintores que el CO2 o el polvo ABC.

2.3.3. Métodos de Extinción

- Eliminación del calor por enfriamiento: Este es el procedimiento más común. A partir de la energía liberada durante la combustión, una sección disipa en el medio ambiente y otra enciende nuevos materiales inflamables, propagando así el fuego. Por lo tanto, es apropiado eliminar esta energía lo más rápido posible, lo que se puede hacer tirando materiales combustibles por descomposición, cambiando el estado que absorbe energía o enfría el material. Efectivamente, el agua, o su mezcla con aditivos, es el único agente competente para enfriar apropiadamente el fuego, especialmente si se utiliza como spray.
- Eliminación del material combustible: La llama necesita nuevo combustible para mantener la llama activa. Si se retira el combustible del perímetro del área del

incendio, se extinguirá por falta de suministro del mismo. Se logra directamente seccionando el flujo de gas o líquido al sitio del incendio, o quitando sólidos o recipientes que contengan líquidos o gases de los alrededores del sitio del incendio.

- Los materiales combustibles alrededor del área del incendio se pueden enfriar con un extintor de agua.

- Desoxigenación: durante la combustión, se libera una gran cantidad de oxígeno, por lo que es crucial suministrar aire fresco al área del incendio. Esto se puede lograr de varias formas: evitando el contacto entre el combustible y el aire, resguardando el combustible con un material no inflamable.

- Prevenir el aglutinamiento de oxígeno en el sitio del fuego mediante el cierre de puertas y ventanas.

- Otra estrategia consiste en desplazar el aire alrededor de la llama. Esto se logra con el dióxido de carbono, que, siendo más pesado que el aire, desplaza el oxígeno al descender sobre la base de la llama. Un efecto similar, aunque menos eficaz, se obtiene al rociar agua sobre el fuego. Al evaporarse el agua, disminuye la acumulación de oxígeno (lo cual es muy eficiente cuando se rocía).

2.3.4. Criterios básicos de un sistema de protección contra incendio

Análisis del Riesgo. La función de la norma NFPA 13, es proporcionar parámetros bajo el análisis de riesgos aplicables a diferentes sectores. Esta norma clasifica los accesorios en dos grandes grupos: la clasificación ocupacional y la clasificación de productos de almacenamiento.

Clasificación por Ocupación. El propósito de esta clasificación es agrupar instalaciones con cargas de combustible similares. son profesiones diferentes.

Riesgo Leve: Este es el menor peligro que puede soportar la instalación, y se distingue por contener pequeñas cantidades de combustible y baja inflamabilidad. Dentro de este

grupo se encuentran las siguientes y similares instalaciones: refugios de animales, iglesias, clubes, instituciones educativas, hospitales, instituciones, perreras, bibliotecas, museos, clínicas, salas de oficinas, casas, áreas de descanso de restaurantes, teatros, salones, etc.

Este peligro ocurre en lugares donde el material es inflamable, la calidad del combustible es moderada y el área de almacenamiento de combustible no supera los 2,4 metros. En este grupo se encuentran varios tipos de instalaciones: aparcamiento, showroom, panadería, fabricación de bebidas, planta de conservas, fábrica de electrónica, fabricación de cristalería, lavandería, catering en el área de servicio, etc.

Riesgo Ordinario II: Estos riesgos engloban situaciones con contenido y calidad de combustible de moderado a alto, así como reservas de combustible moderadas, no excediendo los 3,66 m y concentraciones elevadas que no superen los 2,4 m. Este grupo abarca instalaciones como instalaciones agrícolas, graneros, cobertizos, almacenes de semillas, plantas químicas, destilerías, tintorerías, muelles de carga en exteriores, y similares.

Riesgo Extra I: En este nivel se encuentran instalaciones donde la cantidad y calidad del combustible son muy altas, y donde durante la operación hay presencia de polvo u otras sustancias que propagan el fuego. Se incluyen aquí talleres de reparación, áreas de manipulación de trementina, producción textil, fabricación de neumáticos, productos del tabaco, y similares.

Riesgo Extra II: En este grupo se consideran instalaciones con una cantidad moderada de líquidos inflamables o combustibles. Esto abarca situaciones como asfaltado, proyección de líquidos inflamables, estaciones de servicio, producción de

resinas, fabricación de productos de limpieza, barnices y procesos de inmersión de pinturas, entre otros.

Clasificación por Productos. La categorización del producto se basa en la forma en que se almacena la mercancía, como, por ejemplo, si se encuentra en tarimas de madera, tarimas de plástico, apiladas como sólidos, en cajas, en tarimas o dispuestas en líneas de almacenamiento. Además, esta clasificación se determina en función de las propiedades del material combustible almacenado. La categorización en relación con los materiales combustibles se divide en cuatro grupos principales.

Clase I: Esta categoría comprende productos no inflamables que se almacenan en estantes de madera y están cubiertos con cartón corrugado.

Clase II: Se refiere a productos no inflamables contenidos en cajas de madera o en cajas de madera cubiertas con cartón corrugado u otros materiales inflamables.

Clase III: Engloba productos hechos de madera, papel, fibras naturales o plásticos, con o sin la presencia de cartón.

Clase IV: Incluye productos especialmente fabricados a partir de plástico.

2.3.5. Componentes de un Sistema Contra Incendio

La función de la norma NFPA 13 es proporcionar parámetros bajo el análisis de riesgos aplicables a diferentes sectores. Esta norma clasifica los accesorios en dos grandes grupos: la clasificación ocupacional y la clasificación de productos de almacenamiento.

2.3.5.1. Cisterna o Tanque de Agua Contra Incendio. El agua es el agente más frecuentemente utilizado para extinguir incendios. Actúa como una fuente de agua de respaldo esencial para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de extinción de incendios durante el período de tiempo requerido. La reserva se determina mediante el

cálculo apropiado del tiempo de independencia, es decir, el producto de este tiempo y el caudal calculado adecuadamente.

$$V(m^3) = Q(m^3/h)xT(h) \quad (70)$$

Los hidrantes contra incendios no deben utilizarse para otros fines porque la disponibilidad de agua puede verse afectada negativamente y, por lo tanto, es posible que no se cumplan los plazos requeridos.

Figura 9. ***Tanque de Acero tipo atornillado***



2.3.5.2. Bombas contra incendio. Las bombas son elementos cruciales en numerosos sistemas de protección contra incendios basados en agua, que abarcan sistemas de rociadores, mangueras, sistemas de suministro de agua, entre otros. Estas bombas de incendio suministran el flujo de agua y la presión necesarios para que estos cumplan su función. El funcionamiento efectivo de la bomba durante un evento es esencial para el éxito del sistema contra incendios. En gran medida, el rendimiento exitoso de la bomba está influenciado por un diseño eficiente y una correcta instalación, los cuales , se logran al seguir un conjunto de directrices estandarizados, como las detalladas en la normativa NFPA 20, "Instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios". Esta normativa establece requisitos y especificaciones precisas relacionadas

con la fuente de energía, la construcción de las bombas, su instalación, los métodos de control y la operación (National Fire Protección NFPA 20, 20) .

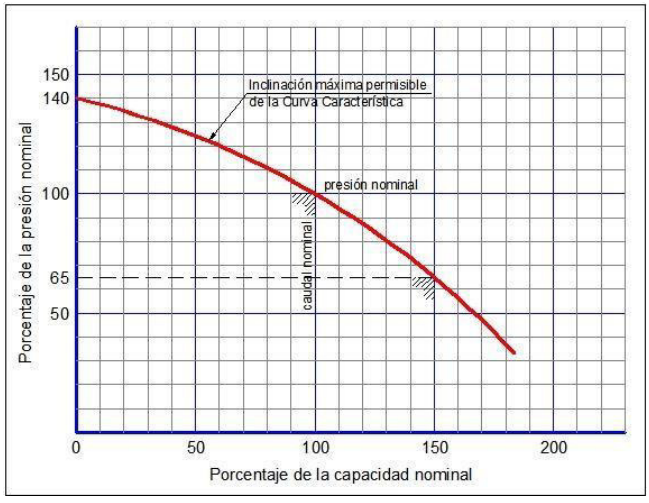
2.3.6. Bombas utilizadas en sistemas contra incendios del tipo centrífugo

Entre las siguientes categorías:

- Carcasa Partida.
- Succión Axial.
- En Línea.
- Vertical tipo Turbina.

Conforme a las pautas establecidas por NFPA 20, se demanda que las bombas contra incendios sean incluidas en dicho servicio, junto con los motores eléctricos y diésel que las impulsan. La curva de desempeño de la bomba contra incendios debe cumplir con los siguientes estándares: en condiciones de flujo nulo, la presión no debe superar el 140% de su valor nominal; cuando el flujo alcance el 150% del caudal nominal, la presión no debe descender por debajo del 65% de su valor nominal. Esto garantiza que la presión de salida se modifique gradualmente a medida que cambia el flujo.

Figura 10. ***Curva de desempeño de una bomba***



NFPA 20 especifica el índice de flujo nominal para las bombas contra incendios enumeradas, como se enumera en la Tabla 3.

Tabla 3. Flujo nominal para bombas contraincendios

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

Figura 11. ***Bomba contra incendio***



2.3.7. Rociadores. Este dispositivo de control o extinción de incendios opera de forma automática cuando un componente térmico activado se calienta hasta alcanzar o superar su temperatura designada. Esto, a su vez, permite que el agua sea liberada de manera dirigida sobre un área específica. Deben emplearse exclusivamente rociadores nuevos y sin uso, y es imperativo que todos estos estén certificados por UL para los riesgos que están diseñados a proteger. Las tasas de pulverización y los coeficientes de temperatura no pueden ser ajustados. La instalación de los rociadores debe seguir el diseño ilustrado en el diagrama, de acuerdo con las indicaciones del fabricante, y siguiendo las restricciones establecidas por la certificación UL.

Al existir obstáculos para el drenaje del agua al momento de la instalación de rociadores debido a paredes altas, vigas, columnas, paneles, canales, luces y otros equipos. El instalador debe resolverlo usando las reglas y normas establecidas en NFPA 13 Edición 2010 Capítulo 8.5.

Los seis rociadores de repuesto de cada tipo, que incluyen modelo, factor K y temperatura, deben ser colocados dentro de una caja de metal. La temperatura ambiente no debe exceder los 38°C. Además, es necesario asegurarlos con una llave adecuada.

2.3.7.1. Tipos de rociadores

Dentro de ellos se incluyen los múltiples tipos de rociadores establecidos en la normativa NFPA 13. Además, se proporcionan especificaciones detalladas para describir cómo opera esta máquina en la red de salvamento.

- **Rociador de control modo densidad/área (CMDA)**

Su objetivo es el control de incendios en áreas de almacenamiento, utilizando criterios de densidad/superficie.

- **Rociador de control de aplicación específica (CMSA)**

Permite generar grandes gotas de agua para hacer frente a grandes peligros de incendio y explosión.

- **Rociador de supresión temprana – respuesta rápida (ESFR)**

  Cumple con los requisitos de trabajo utilizando equipos sensibles de calor. Es capaz de controlar incendios difíciles ya que maneja tasas de tiempo de 50 ms o menos.

- **Rociador de cobertura extendida**

  Gestión del sistema de rociadores para cubrir grandes distancias

- **Rociador convencional**

  Deriva al agua del 40 % al 60 % hacia abajo y se distingue porque al instalar el deflector se coloca en posición vertical o suspendida.

- **Rociador abierto**

  Sin tipo endotérmico.

- **Rociador de respuesta rápida y cobertura extendida**

  Funciona utilizando principios sensibles al calor, maneja tasas de tiempo de respuesta de 50 ms y opera en grandes áreas de cobertura.

- **Rociador de respuesta rápida (QR)**

  Su característica distintiva es que su chorro es descomponible y sensible al calor, con un indicador de tiempo de respuesta de 50 m/s o inferior.

  Rociador especial:

- **Rociador de modo de control de aplicación específica**

Es un rociador para usos específicos de almacenamiento, y presenta un caudal de aspersión que se determina de acuerdo a los peligros a atender, ubicando un determinado número de rociadores.

- **Rociador pulverizador estándar**.

Se trata de un rociador tipo aspersor, con un área máxima de cobertura que depende de los obstáculos presentes y de las medidas que se deben tomar para su correcto funcionamiento

Figura 12. ***Rociadores***



2.3.8. Gabinetes

Es un equipo completo para la prevención y control de incendios. Los objetos se encuentran de forma constante adheridos a la pared y enlazados al sistema de abastecimiento del líquido vital. Dentro de su interior se encuentran todos los elementos requeridos para su utilización: una manguera, un destornillador, una manguera con válvula y eje, un extintor y un hacha.

Se trata de un sistema de protección contra incendios eficaz y atemporal, que por su eficacia y facilidad de manejo, puede ser utilizado directamente por los ocupantes del edificio durante las primeras fases del incendio.

2.3.9. Tipos de Gabinetes

Gabinetes de Incendio Tipo I:

Los tanques de hierro que contienen medios contra incendios están hechos de chapa de tamaño 20, revestidos con un fondo rojo anticorrosivo. Equipado con estructura de chapa, chapa universal.

- La válvula angular tipo globo tiene un tamaño de 1 ½ pulgadas.
- Soporte para cesta de manguera de carcasa
- Manguera contra incendios de 100 pies (30 m) y 1½", homologada por UL.
- Boquilla rociadora de 1 1/2".
- Listado UL
- Hachas picos de 4 ½ libras
- Llaves spanner de dos servicios
- Extintor de incendios químico seco ABC multiusos de 10 libras

Gabinetes contraincendios Tipo II:

Gabinete de metal destinado a albergar equipos de lucha contra incendios, construido a partir de lámina de espesor 20, tratado con una capa de pintura base resistente a la corrosión de tonalidad roja. Incluye un marco fabricado con lámina y un sistema de cierre tipo chapa universal.

- Válvulas angulares tipo globo 2 ½" x 2 ½". Sin tapa
- Soporte tipo canastilla para mangueras gabineteras
- Mangueras contra incendio de 2 ½" de 100 pies (30 m)

- Boquillas de chorro neblina en policarbonato de 2 1/2”
- Hacha pico de 4 ½ libras
- Llave spanner de dos servicios
- Extintores de polvos químcos secos ABC multipropósitos de 20 libras

Gabinetes contra incêndios Tipo III:

Gabinete de metal destinado a albergar equipos de lucha contra incendios, construido a partir de lámina de espesor 20, tratado con una capa de pintura base resistente a la corrosión de tonalidad roja. Incluye un marco fabricado con lámina y un sistema de cierre tipo chapa universal.

- Válvulas angulares tipo globo 1 ½”
- Válvulas angulares tipo globo 1 ½ ” NPT. Con tapa
- Soportes tipo canastilla para mangueras gabineteras
- Mangueras contra incendio de 1 ½” de 100 pies (30 m)
- Boquillas de chorro neblina de 1 1/2”
- Hacha pico de 4 ½ libras
- Llaves spanner de dos servicios
- Extintores de polvos químcos secos ABC multipropósitos de 10 libras

Figura 13. ***Gabinetes contra incendios***



2.3.9. Tubería aérea

Los componentes y elemento empleados em el sistema de protección contra incendios deben contar con la certificación de Underwriter laboratories Inc. (UL) o ser aprobados por Factory Mutual (FM) específicamente para su uso em sistemas destinados a extinguir incendios. Las marcas y modelos mencionados en uso en sistemas destinados a extinguir incendios. Las marcas y modelos mencionados en la Hoja de Datos pueden ser sustituidos por otros que cumplan o excedan las características señaladas, siempre y cuando cuenten con las certificaciones correspondientes.

Para las tuberías aéreas utilizadas en la red de protección contra incendios, se requiere que sean de acero negro al carbono, sin costura, y cumplan con las especificaciones Schedule 40. Estas tuberías deben estar fabricadas de acuerdo con las especificaciones mostradas en la Tabla 4 y Tabla 5.

Tabla 4. Especificaciones de tuberías

NORMA	DESCRIPCION
ASME A795	Tubería de acero soldado o sin costura, negro o galvanizado por inmersión en baño caliente, para uso en sistemas contra incendio.
ANSI / ASTM A53	Tubería de acero soldado o sin costura.
ANSI B36.10M	Tubería de acero forjado (Wrought Steel Pipe)
ASTM A 135	Tubería de acero electro soldada
NFPA 13	Ver información tabla 6.3.11

Tabla 5. Especificaciones de tuberías (continuación)

NORMA	DESCRIPCION	MATERIAL
ASME B16.4	Accesorios roscados clase 150 y 300	Hierro fundido (ASTM A126)
ASME B16.1	Bridas y accesorios bridados	
ASME B16.3	Accesorios roscados clase 150 y 300	Hierro maleable (ASTM A197)
ASME B16.9	Accesorios soldables a tope de aceroforjado en fábrica	Acero (ASTM A234)
ASME B16.25	Accesorios soldables de extremos paratubos, válvulas, bridas y accesorios	
ASTM A234	Accesorios forjados de acero al carbono yaleaciones para temperaturas medias y altas	
ASME B16.5	Bridas de acero y accesorios bridados	
ASME B16.11	Accesorios de acero forjado, salidassoldables y roscadas	
ASME B16.22	Accesorios de cobre forjado de embone apresión y estañados	Bronce y cobre
ASME B16.18	Accesorios de bronce fundido y estañados	

La disposición y conexión de los conductos y abastecimiento de rociadores y gabinetes deberán ser realizados con tuberías visibles, lo cual hace necesario considerar, además de las pautas técnicas adecuadas, la apariencia estética. Esto implica lograr una alineación precisa de las tuberías, una instalación correcta de los accesorios, estandarización de los soportes y colgantes, así como mantener la limpieza y aplicar pintura cuando se requiera.

Los profesionales encargados de la obra deben ser cuidadosos al montar varios componentes del sistema, evitando aplicar fuerza para alinear las tuberías o ajustar los soportes mediante tornillos para corregir posibles desalineaciones. Si es requerido, se debe justificar cualquier adición adicional para prevenir este tipo de esfuerzos, y tener en cuenta esta justificación al proporcionar la solución correspondiente.

2.3.10. Tubería enterrada

Para las tuberías enterradas se debe instalar tubería y accesorios de polietileno (PE) conforme a la AWWA C906. La tubería de polietileno de alta densidad (HDPE) serpa SDR11, PN16 y PE100, fabricada de acuerdo con la norma iso4427.

La tubería de HDPE es extremadamente duradera, fuerte, flexible, resistente al desgaste y químicamente resistente. Estas propiedades lo hacen ideal para una variedad de aplicaciones en una variedad de condiciones, con una vida útil de hasta 100 años.

La pared lisa de la tubería disminuye la fricción y mejora el flujo en el mismo diámetro que otras tuberías. Una vez instalado, se le une por Termofusión, un proceso de fusión que ayuda a prevenir fugas y goteos.

2.3.11. Válvulas

La válvula es la encargada de controlar el caudal de fluido en el sistema de protección contra incendios, pudiendo alimentar cualquier tipo de válvula del mercado. Estas válvulas deben estar certificadas por UL o aprobados por FM para su uso en sistemas contra incendios.

2.3.12. Uso de presiones de velocidad

El valor de la presión, PAGS, en la fórmula de flujo del orificio del rociador se puede considerar la presión total, PAGSt , o la presión normal, PAGSn, ya que NFPA 13 permite el uso de presiones de velocidad a discreción del diseñador. Presión total, presión normal y presión de velocidad, PAGSv, tienen la siguiente relación:

$$PAGS_n CPAGS_t > PAGS_v \tag{71}$$

La presión total es la contrapartida de la energía total o cabeza total, y se puede considerar la presión que actuaría contra un orificio si toda la energía del agua en la tubería en ese punto estuviera enfocada hacia el flujo que sale del orificio. Este es el caso donde no hay flujo a través del orificio de la tubería. Sin embargo, cuando el flujo tiene lugar en la tubería a través de un orificio, la presión normal es la parte de la presión total que realmente actúa normal a la trayectoria del flujo en la tubería y, por lo tanto, actúa en la dirección del flujo a través del orificio. (Mott, 2006)

La cantidad por la cual la presión normal es menor que la presión total es la presión de velocidad, que actúa en la trayectoria del flujo en la tubería. La presión de velocidad corresponde a la energía de velocidad, que es la energía del movimiento. No hay ningún factor en la expresión anterior para la cabeza de elevación, dónde q es el flujo aguas arriba a través de la tubería a un orificio (o ramal) en gpm y d es el diámetro interno real del ducto aguas arriba en pulgadas.

Debido a que NFPA 13 exige el uso del flujo aguas arriba, es necesario un enfoque iterativo para determinar la presión de velocidad. El flujo aguas arriba no puede conocerse a menos que se conozca el flujo del rociador (o ramal) en cuestión, y el flujo del rociador (o ramal) se ve afectado por la presión de velocidad resultante del flujo aguas arriba. (National Fire Protection Association NFPA 13, 2013)

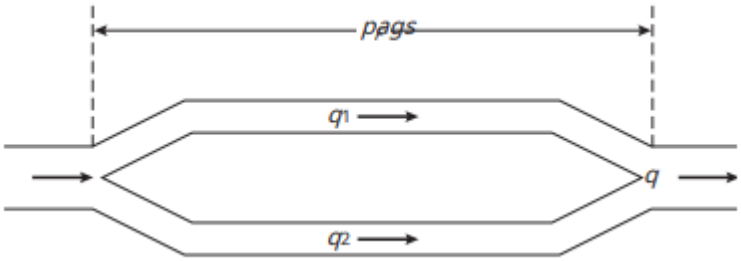
2.3.13. Bucles y rejillas

Los cálculos hidráulicos se vuelven más complicados cuando las tuberías se configuran en bucles o cuadrículas, de modo que el agua que alimenta cualquier rociador o ramal determinado se puede suministrar a través de más de una ruta. Por lo tanto, se han desarrollado varios programas informáticos que manejan los cálculos repetitivos

específicamente para los sistemas de protección contra incendios y se comercializan comercialmente.

La determinación de la división del flujo que tiene lugar en las diversas partes de cualquier bucle o rejilla se logra aplicando los principios básicos de conservación de la masa y conservación de la energía. Para un solo lazo, debe reconocerse que la pérdida de energía a través de cada uno de los dos tramos de un extremo del sistema al otro debe ser igual. De lo contrario, se produciría una circulación dentro del propio bucle. Además, la masa se conserva por el hecho de que la suma de los dos flujos individuales a través de las trayectorias es igual al flujo total que entra (y sale) del bucle.

Figura 14. ***Ejemplo de una configuración de bucle simple***



2.3.14. Cálculos de suministro de agua

Determinación de la Curva de Oferta Disponible. Probar un suministro de agua público o privado permite una evaluación de la fuerza del suministro en términos de cantidad de flujo y presiones disponibles.

La fuerza de un suministro de agua es la clave para determinar si servirá adecuadamente a un sistema de rociadores. Cada prueba de un suministro de agua debe proporcionar al menos dos piezas de información: una presión estática y una presión residual en un flujo conocido.

La presión estática es la condición de “sin flujo”, aunque se debe reconocer que rara vez hay un suministro público de agua en una verdadera condición sin flujo. Pero esta condición representa una situación en la que el sistema de protección contra incendios no crea una demanda de flujo adicional más allá de la que normalmente se impone al sistema.

La lectura de la presión residual se toma tomando un flujo adicional del sistema, preferiblemente un flujo que se aproxime a la demanda máxima probable del sistema.

Entre los dos (o más) puntos, se puede hacer una representación del suministro de agua (denominada curva de suministro de agua). En su mayor parte, esta curva de suministro de agua es una huella dactilar del suministro del sistema y las disposiciones de las tuberías, ya que la presión estática tiende a representar el efecto de los tanques elevados y las bombas en funcionamiento en el sistema, y la caída de la presión residual representa la fricción y la presión. pérdidas menores a través de la red de tuberías que resultan del aumento del flujo durante la prueba.

La presión estática se lee directamente de un manómetro conectado a un hidrante. La presión residual se lee del mismo manómetro mientras que se toma un flujo de otro hidrante, preferiblemente aguas abajo. Un tubo Pitot se usa generalmente en combinación con las características observadas de la boquilla a través de la cual se toma el flujo para determinar la cantidad de flujo. El Capítulo 7 de NFPA 13 proporciona información más detallada sobre este tipo de pruebas

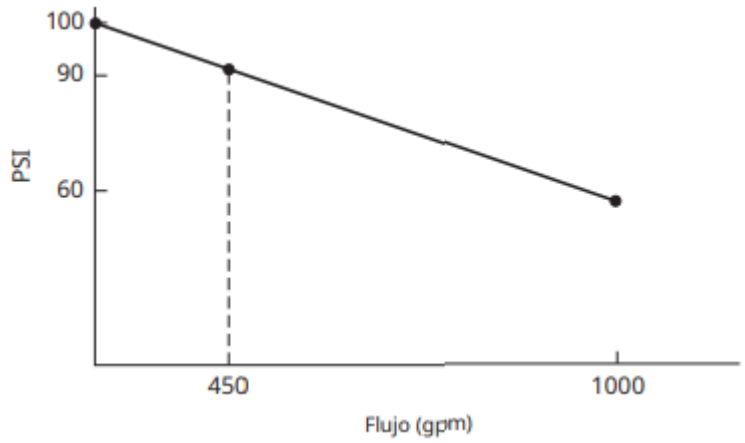
También se traza la presión residual en el caudal conocido y se dibuja una línea recta entre estos dos puntos. Tenga en cuenta que el eje no es lineal, sino que muestra el flujo en función de la potencia de 1,85. Esto corresponde al exponente de flujo en la ecuación de Hazen Williams. El uso de este papel cuadriculado semi exponencial

demuestra que el efecto de la presión residual es el resultado de la pérdida por fricción a través del sistema y permite trazar la curva de suministro de agua como una línea recta. Dado que la caída de la presión residual es proporcional al flujo a la potencia de 1,85, la presión disponible en cualquier flujo se puede leer directamente de la curva de suministro de agua.

Para un diseño adecuado, el punto de demanda del sistema, incluida la asignación de chorro de manguera, debe estar por debajo de la curva de suministro de agua.

La siguiente figura es un ejemplo de un diagrama de información de suministro de agua. La presión estática se traza a lo largo de lay-eje, que refleja una presión dada en condiciones de flujo cero.

Figura 15. ***Presión disponible desde un suministro de agua de flujo de 450 gpm***



2.3.15. Selección y prueba de bombas

Los requisitos específicos para las bombas utilizadas en los sistemas de rociadores están contenidos en NFPA 20, que tiene una referencia cruzada con NFPA 13.

Las bombas contra incendios proporcionan un medio para compensar las deficiencias de presión cuando se dispone de un volumen adecuado de agua a una presión de succión positiva neta adecuada. Los códigos de plomería a veces establecen una

presión de succión positiva neta mínima permitida de 10 a 20 psi (0,69 a 1,38 bar). Si no hay suficiente agua disponible a tales presiones, entonces se hace necesario utilizar un suministro de agua almacenada.

Las bombas contra incendios enumeradas están disponibles con motores diésel o eléctricos y con capacidades que van desde 25 a 5000 gpm (95 a 18,927 lpm), aunque las bombas contra incendios se encuentran más comúnmente con capacidades que van desde 250 a 2500 gpm (946 a 9463 lpm) en incrementos de 250 hasta 1500 gpm (946 hasta 5678 lpm) y 500 gpm (1893 lpm) más allá de ese punto. Cada bomba se especifica con un caudal nominal y una presión nominal. Las presiones nominales varían ampliamente, ya que los fabricantes pueden controlar esta función con pequeños cambios en el diseño del impulsor.

Las leyes de afinidad de la bomba gobiernan la relación entre el diámetro del impulsor, D, velocidad de la bomba, NORTE, caudal, q, cabezal de presión, H, y potencia al freno, bhp. El primer conjunto de leyes de afinidad asume un diámetro de impulsor constante.

$$\frac{q1}{q2} C \frac{norte}{norte}$$

$$\frac{H1}{H2} C \frac{\text{norte}}{\text{norte}}$$

$$\frac{bhp1}{bhp2} C \frac{\text{norte}}{\text{norte}} \quad (72)$$

Estas leyes de afinidad se usan comúnmente cuando se corrige la salida de una bomba a su velocidad nominal. El segundo conjunto de leyes de afinidad asume una velocidad constante con el cambio en el diámetro del impulsor, D.

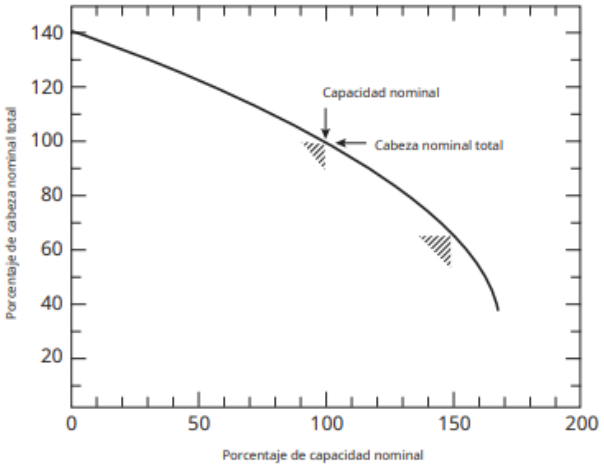
$$\frac{q1}{q2} C \frac{D1}{D2} \quad (73)$$

$$\frac{H1}{H2} C \frac{\mathrm{D1}}{\mathrm{D2}} \tag{74}$$

$$\frac{bhp1}{bhp2} C \frac{\mathrm{D1}}{\mathrm{D2}} \tag{75}$$

Las bombas se seleccionan para adaptarse a las demandas del sistema sobre la base de tres puntos clave relativos a su caudal y presión nominales. (Figura 16). NFPA 20 especifica que cada bomba contra incendios horizontal debe cumplir con estas características, y los laboratorios de aprobación aseguran que se cumplan estos puntos:

Figura 16. ***Curva de rendimiento de la bomba***



1. Un mínimo del 100 por ciento de la presión nominal al 100 por ciento del caudal nominal.
2. Un mínimo del 65 por ciento de la presión nominal al 150 por ciento del flujo nominal.
3. Un máximo del 140 por ciento de la presión nominal al 0 por ciento del flujo nominal (agitación).

Incluso antes de que se haya probado una bomba contra incendios específica, por lo tanto, el especificador de la bomba sabe que se puede esperar que una bomba determinada proporcione ciertos niveles de rendimiento. Por lo general, es posible tener más de una

opción al elegir las bombas, ya que el diseñador no se limita a usar un punto específico en la curva de rendimiento de la bomba.

Sin embargo, hay límites a la flexibilidad en la selección de bombas. Por ejemplo, no está permitido instalar una bomba en una situación en la que se esperaría que funcionara con un caudal superior al 150 % de la capacidad nominal, ya que el rendimiento no es un factor conocido y, de hecho, la presión disponible suele caer rápidamente. más allá de este punto.

NFPA 20 brinda la siguiente guía sobre qué parte de la curva de la bomba usar:

Se debe seleccionar una bomba contra incendios centrífuga en el rango de operación del 90 al 150 por ciento de su capacidad nominal. La eficiencia de la bomba cuando se aplica a más del 140 % de la capacidad nominal puede verse afectada por las condiciones de succión. La bomba no debe utilizarse con una capacidad inferior al 90 % de la capacidad nominal.

Para capacidades de diseño por debajo de la capacidad nominal, se debe usar la presión nominal. Para capacidades de diseño entre 100 y 150 por ciento de la capacidad nominal, la presión utilizada debe ser encontrada por la relación hecha aparente por triángulos semejantes.

2.4. Glosario de términos

2.4.1. Aspersor automático. Aplicaciones donde el agua es apropiada, los sistemas de rociadores automáticos se consideran la manera más eficaz y económica de aplicar agua para extinguir un incendio. Hay cuatro tipos básicos de sistemas de rociadores: El agua es el agente comúnmente empleado para apagar incendios, en gran medida debido a su amplia disponibilidad y a su coste asequible. Además, posee

cualidades de extinción altamente favorables, como su alto calor específico y su elevado calor latente de vaporización.

2.4.2 Tubería húmeda. Una tubería húmeda es, con mucho, el tipo más común de sistema de rociadores.

Consiste en una red de tuberías que contienen agua a presión. Los rociadores automáticos están conectados a la tubería de manera que cada rociador protege un área de construcción asignada. La aplicación de calor a cualquier rociador hará que ese único rociador funcione, permitiendo que el agua se descargue sobre su área de protección.

2.4.3. Tubería seca. El sistema es similar a un sistema húmedo, excepto que el agua se retiene de la red de tuberías mediante una válvula especial de tubería seca. La válvula se mantiene cerrada por la presión de aire o nitrógeno mantenida en la tubería. La operación de uno o más rociadores permitirá que escape la presión del aire, provocando la operación de la válvula seca, que luego permite que el agua fluya hacia la tubería para extinguir el fuego. Los sistemas secos se utilizan cuando el agua de la tubería estaría sujeta a congelación.

2.4.4. Diluvio sistema. Es aquel que no utiliza rociadores automáticos, sino rociadores abiertos.

Una válvula de diluvio especial retiene el agua de la tubería y se activa mediante un sistema de detección de incendios independiente. Cuando se activa, la válvula de diluvio admite agua en la red de tuberías y el agua fluye simultáneamente desde todos los rociadores abiertos. Los sistemas de diluvio se utilizan para la protección contra incendios de alto riesgo y rápida propagación.

CAPITULO III. PROCESO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación del proyecto

El inmueble es un edificio industrial dedicada a la producción de bolsas de papel ubicado en la Av. Gerardo Unger 3038, distrito de Los Olivos, provincia de Lima, departamento de Lima (Perú).

Figura 17. ***Vista en planta de la ubicación del proyecto***



3.2. Descripción de las instalaciones existentes

La planta de productos terminados consta de las siguientes áreas:

- **Área de Producción:** Es el área donde se encuentran las líneas de producción de las bolsas de papel, en esta área se cuenta con equipos de rebobinado, máquinas de corte y maquinas dobladoras
- **Área de Secado:** Área en la cual se realiza el proceso de secado, esta cámara contara con un sistema de calefacción el cual tiene ductos principales que serán

instalados bajo el techo, los cuales tienen como principal función retirar la humedad del papel.

- **Almacén de Repuestos**: Es el almacén donde se depositan las piezas de repuestos de los equipos en el proceso de producción, estas piezas son utilizadas por el área de mantenimiento
- **Área de Oficinas:** Son las áreas donde se encuentran los despachos de las gerencias de la planta y se realizan reuniones gerenciales.
- **Zona de Maquinas**: Es el área donde se encuentran los equipos mecánicos y eléctricos, como son las impresoras y el equipo de bobinado.
- **Almacén de Tintas:** Es el área donde se almacenas los insumos (Tintas) utilizados en el proceso de impresión de las bolsas de papel.
- **Comedor:** Es el área destinada a la alimentación de los empleados, cuenta con una cocina, almacén de alimentos y comedor.

El área del almacén de productos terminados tiene una extensión de 2040 m^2 con dimensiones: 62.6 m de largo x 32.6 m de ancho. Consta de área de oficinas; área de prensa y almacén.

.3. Normas Estándares aplicables

NFPA 13, Norma para las instalaciones del sistema de rociador, es un estándar de diseño e instalación para sistemas de rociadores automáticos al que se hace referencia en la mayoría de los códigos de construcción de los Estados unidos y Canadá.

En la protección del almacenamiento en almacenes, NFPA 13 tradicionalmente hacía referencia a normas especiales de almacenamiento que contenían criterios de diseño de sistemas de rociadores, incluida NFPA 21, norma para materiales generales de almacenamiento, NFPA 231C para de materiales en estanterías; NFPA 231D, estándar

para el almacenamiento de llantas de caucho; NFPA 231F, estándar para el almacenamiento de rollos de papel. Sin embargo, a partir de la edición de 1999 NFPA 13, todas estas normas se fusionaron en NFPA 13 para producir una norma consolidada de diseño e instalación de sistemas de rociadores. Otras normas de la NFPA contienen criterios de diseño para tipos especiales de ocupaciones o sistemas, incluida la NFPA 13D.

La clasificación del riesgo de ocupación es el aspecto más crítico del proceso de diseño del sistema de rociadores. Si se subestima el peligro, es posible que el fuego se apodere de los rociadores, lo que posiblemente resulte en una gran pérdida de propiedad o vidas. Sin embargo, la clasificación de peligros no es un área en la que actualmente se utilicen métodos de cálculo.

La clasificación adecuada del peligro requiere juicio experimentado y familiaridad con las normas NFPA relevantes. Una vez que se determina el peligro o la clasificación del producto y se ha definido el espaciamiento de los rociadores y la disposición de las tuberías.

Límites de cálculo en un proceso de diseño empírico. Los cálculos de ingeniería se realizan mejor en áreas donde existe una comprensión de las relaciones entre los parámetros. Este no es el caso de la tecnología de los sistemas de rociadores automáticos. Los métodos de cálculo se utilizan ampliamente con respecto a un solo aspecto de los sistemas de rociadores: el flujo de agua a través de las tuberías. Solo hay métodos de cálculo muy rudimentarios disponibles con respecto al aspecto más fundamental de los sistemas de rociadores, es decir, la capacidad del rociado de agua para extinguir incendios. La razón por la que no se utilizan métodos de cálculo es simplemente la complejidad de los mecanismos por los que el agua suprime los incendios. Hasta el

momento, la supresión de incendios a base de agua no se ha caracterizado a fondo para permitir la aplicación de técnicas de modelado matemático.

Como resultado, los aspectos de extinción de incendios del diseño del sistema de rociadores son, en el mejor de los casos, empíricos. Algunos, pero no todos, los criterios de diseño de sistemas de rociadores actuales se basan en pruebas a gran escala, incluidos los criterios desarrollados originalmente para NFPA 231C y 13D, y partes de NFPA 13, como el material sobre el uso de caídas grandes y ESFR. (supresión temprana de respuesta rápida) rociadores.

Sin embargo, la mayoría de los criterios de protección de NFPA 13 son el resultado de la evolución y la aplicación del juicio experimentado. En la década de 1970, las capacidades de los sistemas de programación de tuberías, que habían demostrado cien años de desempeño satisfactorio, se codificaron en un sistema de curvas de área/densidad.

3.4. Consideraciones de diseño

3.4.1. Parámetros de diseño

1

Para el diseño se han considerado los siguientes parámetros del agua contra incendios:

- Fluido: agua dulce
- Temperatura de operación: 20 °C
- Peso específico: 999.16 N/ m^3
- Viscosidad dinámica: 1.00345 cPoise
- Presión de vapor: 2324.57 KPa 4

3.4.2. Determinación del área crítica

La clasificación del riesgo de ocupación es el aspecto más crítico del proceso de diseño del sistema de rociadores. Si se subestima el peligro, es posible que el fuego se apodere de los rociadores, lo que posiblemente resulte en una gran pérdida de propiedad o vidas. Sin embargo, la clasificación de peligros no es un área en la que actualmente se utilicen métodos de cálculo. La clasificación adecuada del peligro requiere juicio experimentado y familiaridad con las normas NFPA relevantes.

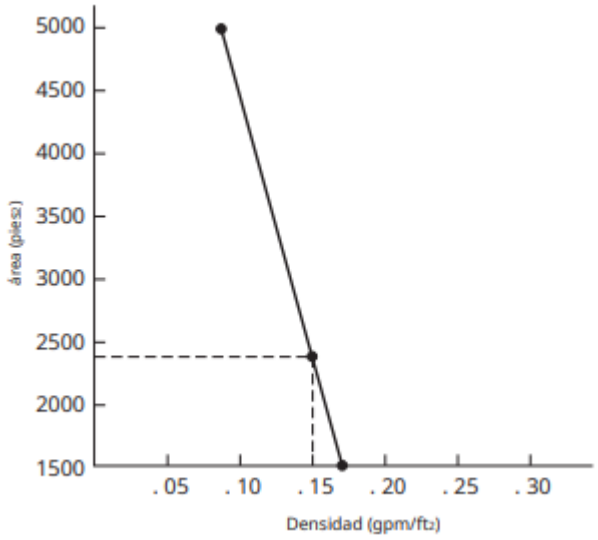
Una vez que se determina el peligro o la clasificación del producto y se ha definido el espaciamiento de los rociadores y la disposición de las tuberías, propuesto de conformidad con los requisitos de la norma, el diseñador del sistema puede comenzar una serie de cálculos para demostrar que se logrará la entrega de una tasa prescrita de aplicación de agua para la cantidad máxima de rociadores que se puede esperar razonablemente que funcionen. Este número de rociadores, que deben suministrarse independientemente de la ubicación del incendio dentro del edificio, es la base del concepto de área remota de diseño. El diseñador debe demostrar que la forma y la ubicación de la disposición de rociadores en el área de diseño recibirán un suministro adecuado de agua en caso de incendio.

Antes de ubicar el área de diseño, existe la cuestión de cuántos rociadores se deben incluir. Esta cuestión se aborda principalmente mediante la clasificación de riesgos de ocupación, pero el diseñador también tiene cierta libertad para decidir este asunto.

Exisen curvas de área/densidad a partir de las cuales el diseñador puede seleccionar un área de diseño y una densidad apropiadas para la clasificación de riesgo de ocupación. Cualquier punto sobre o a la derecha de la curva en la(s) figura(s) es aceptable. El diseñador puede elegir una densidad alta en una zona pequeña o una densidad baja en una

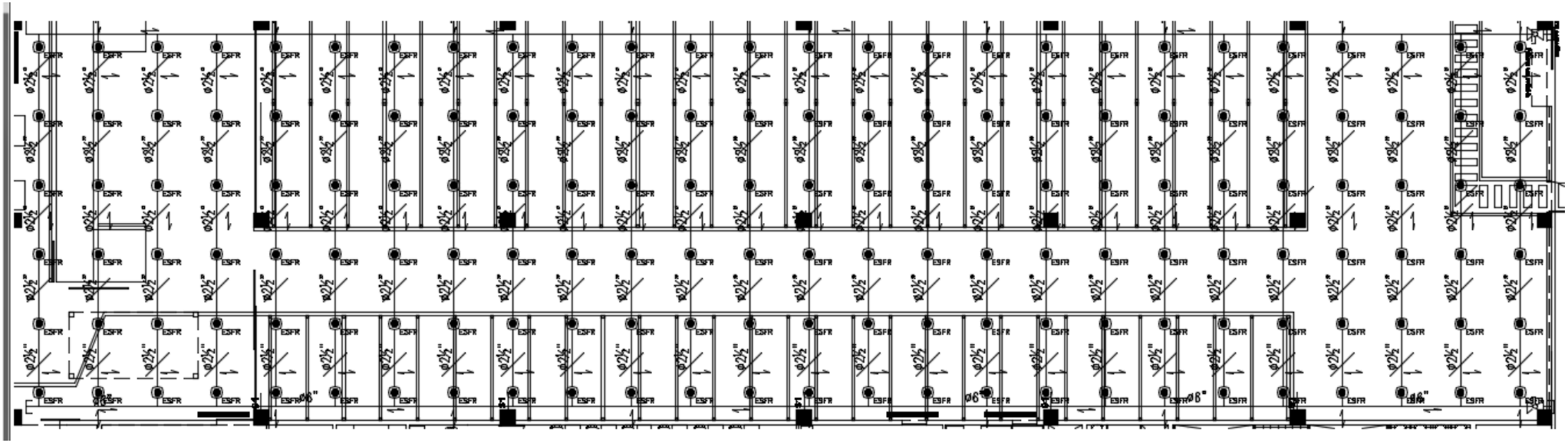
zona grande. En cualquier caso, se espera que el fuego sea controlado por los rociadores dentro de la zona de diseño, sin abrir ningún rociador adicional. (Crespo, 2006)

Figura 18. ***Ejemplo de curva de área/densidad***



ZONA DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

Figura 19. *Área APT seleccionada, Almacen de Productos Terminados*



Leyenda:



La figura 19 muestra la delimitación del área seleccionada, la cual es el Almacén de Productos Terminados, esto debido a que la planta almacena bolsas de papel en pallets organizadas en estanterías. Se han tomado las siguientes consideraciones:

- Se protegerá bolsas de papel almacenadas en pallets y estantería.
- Se diseñará en base al capítulo 14 de la NFPA 13
- Altura máxima de almacenamiento (papel) = 6,7 m.
- Altura de techo (edificio) = 10.2 m.
- Techo con pendiente = 8°.
- Para el diseño se puede usar el modo Control o modo Supresión.
- Clase de mercadería tipo III.
- Riesgo ordinario tipo II

3.4.3 Método de Extinción de Incendio

1) Modo Control

Según tabla 14.3.1de la NFPA (tabla 6) se pueden utilizar los factores de K = 11.2 o K = 16.8

a) Para K = 11.2

Se tiene las siguientes condiciones de diseño:

- Presión= 25 psi
- $\#_{roc}$ = 15 und
- Q_{mang} = 500 gpm
- T_{agua} = 1.5 h
- Calculo del caudal requerido por los rociadores
  - $Q_{roc} = K \times P^{0.5} \times \#_{roc}$
  - $Qroc = 11{,}2 \times (25)^{0.5} \times 15$
  - Qroc = 840 gpm
- Calculo del caudal total requerido
  - $Q_T = Q_{roc} + Q_{mang}$
  - $Q_T = 840 + 500$
  - Q_T = 1340 gpm
  - $Q_T = 304.35\ m^3/h$
- Calculo del volumen total requerido
  - $V_T = Q_T * T_{agua}$
  - $V_T = 304.35 * 1.5$
  - $V_T = 456.52\ m^3$

Tabla 6. Criterios de diseño para rociadores

Tabla 14.3.1 Criterios de diseño para rociadores CMSA para el almacenamiento paletizado y en apilamientos compactos de mercancías de Clase I a Clase IV

Configuración	Clase de mercancía	Altura máxima del almacenamiento		Altura máxima del cielo raso/techo		Factor K/ Orientación	Tipo de sistema	Cantidad de rociadores de diseño	Presión mínima de operación	Asignación para chorros de manguera	Duración del suministro de agua (horas)
		pies	m	pies	m						
Paletizado	Clase I o II	25	7.6	30	9.1	11.2 (160) Vertical	Húmedo	15	25 psi (1.7 bar)	500 gpm (1900 L/min)	1½
							Seco	25	25 psi (1.7 bar)		2
						16.8 (240) Vertical	Húmedo	15	10 psi (0.7 bar)		1½
							Seco	25	15 psi (1.0 bar)		2
						19.6 (280) Colgante	Húmedo	15	16 psi (1.1 bar)		1½
				35	10.6	11.2 (160) Vertical	Húmedo	15	25 psi (1.7 bar)		1½
							Seco	25	25 psi (1.7 bar)		2
						16.8 (240) Vertical	Húmedo	15	15 psi (1.0 bar)		1½
							Seco	25	15 psi (1.0 bar)		2
		30	9.1	35	10.6	19.6 (280) Colgante	Húmedo	15	25 psi (1.7 bar)		1½
		35	10.6	40	12.1	19.6 (280) Colgante	Húmedo	15	30 psi (2.1 bar)		1½
	Clase III	25	7.6	30	9.1	11.2 (160) Vertical	Húmedo	15	25 psi (1.7 bar)		1½
							Seco	25	25 psi (1.7 bar)		2
						16.8 (240) Vertical	Húmedo	15	15 psi (1.0 bar)		1½
							Seco	25	15 psi (1.0 bar)		2
						19.6 (280) Colgante	Húmedo	15	16 psi (1.1 bar)		1½
				35	10.6	11.2 (160) Vertical	Húmedo	15	25 psi (1.7 bar)		1½
							Seco	25	25 psi (1.7 bar)		2
						16.8 (240) Vertical	Húmedo	15	15 psi (1.0 bar)		1½
							Seco	25	15 psi (1.0 bar)		2
		30	9.1	35	10.6	19.6 (280) Colgante	Húmedo	15	25 psi (1.7 bar)		1½
		35	10.6	40	12.1	19.6 (280) Colgante	Húmedo	15	30 psi (2.1 bar)		1½
	Clase IV	20	6.1	30	9.1	11.2 (160) Vertical	Húmedo	20	25 psi (1.7 bar)		2
								15	50 psi (3.5 bar)		1½
						16.8 (240) Vertical	Húmedo	20	15 psi (1.0 bar)		2
								15	22 psi (1.5 bar)		1½
						19.6 (280) Colgante	Húmedo	15	16 psi (1.1 bar)		1½

b) Para K= 16,8

Se tiene las siguientes condiciones de diseño

- Presión= 15 PSI
- $\#_{roc}$ =15 und

- Q_{mang} = 500 gpm
- T_{agua} = 90 min = 1.5 hora
- Calculo del caudal requerido por los rociadores
  - $Q_{roc} = K \times P^{0.5} \times \#_{roc}$
  - $Qroc = 16{,}8 * (15)^{0.5} * 15$
  - Qroc = 975,99 gpm
- Calculo del caudal total requerido
  - $Q_T = Q_{roc} + Q_{mang}$
  - Q_T = 975.99 +500
  - Q_T = 1475.99 gpm
  - Q_T = 335.23 m3/h
- Calculo del volumen total requerido
  - $V_T = Q_T * T_{agua}$
  - V_T = 335.23 * 1.5
  - V_T = 502.85 m3

2) Modo Supresión

Según tabla 14.4.1 (Tabla 7) de la NFPA 13 se pueden utilizar los factores de K = 14.0, K = 16.8, K = 22.4 y K = 25.2

Tabla 7. Protección ESFR del almacenamiento paletizado o en apilamientos compactos de mercancías de clase I a clase IV

Tabla 14.4.1 Protección ESFR del almacenamiento paletizado o en apilamientos compactos de mercancías de Clase I a Clase IV

Mercancía	Altura máxima del almacenamiento		Alturas máximas del techo/cielo raso		Factor K nominal	Orientación	Presión mínima de operación		Demanda del chorro de mangueras		Duración del abastecimiento de agua (horas)
	pies	m	pies	m			psi	bar	gpm	L / min	
Clase I, II, III o IV, encapsulación (contenedores con parte superior no abierta o anaqueles sólidos	20	6.1	25	7.6	14.0 (200)	Montante o colgante	50	3.4	250	946	1
					16.8 (240)	Montante o 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 o colgante	50	3.4			
					16.8 (240)	Montante o colgante	35	2.4			
					22.4 (320)	Colgante	25	1.7			
					25.2 (360)	Colgante	15	1.0			
			32	9.8	14.0 (200)	Montante o colgante	60	4.1			
					16.8 (240)	Colgante	42	2.9			
	30	9.1	35	10.7	14.0 (200)	Montante o colgante	75	52			
					16.8 (240)	Montante o colgante	52	3.6			
					22.4 (320)	Colgante	35	2.4			
					25.2 (360)	Colgante	20	1.4			
	35	10.7	40	12.2	14.0 (200)	Colgante	75	5.2			
					16.8 (240)	Montante o colgante	52	3.6			
					22.4 (320)	Colgante	40	2.8			
					25.2 (360)	Colgante	25	1.7			
	35	10.7	45	13.7	14.0 (200)	Colgante	40	2.8			
					16.8 (240)	Colgante	40	2.8			
	40	12.2	45	13.7	22.4 (320)	Colgante	40	2.8			
					25.2 (360)	Colgante	40	2.8			

a) Para K = 14.0

Se tiene las siguientes condiciones de diseño:

- P = 75 PSI

- $\#_{roc}$ = 12 unid
- Q_{mang} = 250 gpm
- T_{agua} = 60 min = 1 hora
- Calculo del caudal requerido por los rociadores
  - $Q_{roc} = K \times P^{0.5} \times \#_{roc}$
  - $Q_{roc} = 14 * 75^{0.5} * 12$
  - Q_{roc} = 1454.92 gpm

- Calculo del caudal total requerido
  - $Q_T = Q_{roc} + Q_{mang}$
  - Q_T = 1454.92 + 250
  - Q_T = 1704.92 gpm
  - Q_T = 387.23 m^3/h

- Calculo del volumen total requerido
  - $V_T = Q_T * T_{agua}$
  - V_T = 387.23 * 1
  - V_T = 387.23 m^3

b) Para K= 16,8

Se tiene las siguientes condiciones de diseño

- Presión= 52 PSI
- $\#_{roc}$ =12 unid
- Q_{mang} = 250 gpm
- T_{agua} = 60 min = 1 hora

- Calculo del caudal requerido por los rociadores
  - $Q_{roc} = K \times P^{0.5} \times \#_{roc}$
  - $Q_{roc} = 16{,}8 * 52^{0.5} \times 12$
  - $Q_{roc} = 1453{,}76$ gpm
- Calculo del caudal total requerido
  - $Q_T = Q_{roc} + Q_{mang}$
  - $Q_T = 1453.76 + 250$
  - $Q_T = 1703.76$ gpm
  - $Q_T = 386.96$ m^3/h
- Calculo del volumen total requerido
  - $V_T = Q_T * T_{agua}$
  - $V_T = 386.96 * 1$
  - $V_T = 386.96$ m^3

c) Para K= 22,4

Se tiene las siguientes condiciones de diseño

- Presión= 35 PSI
- $\#_{roc}$ =12 unid
- Q_{mang} = 500 gpm
- T_{agua} = 60 min = 1 hora
- Calculo del caudal requerido por los rociadores
  - $Q_{roc} = K \times P^{0.5} \times \#_{roc}$
  - $Q_{roc} = 22.4 \times 35^{0.5} \times 12$
  - $Q_{roc} = 1590.24$ gpm
- Calculo del caudal total requerido

- $Q_T = Q_{roc} + Q_{mang}$
- $Q_T = 1590.24 + 250$
- $Q_T = 1840.27$ gpm
- $Q_T = 417.96\ m^3/h$

- Calculo del volumen total requerido
  - $V_T = Q_T * T_{agua}$
  - $V_T = 417.96 * 1$
  - $V_T = 417.96\ m^3$

d) Para K= 25,2

Se tiene las siguientes condiciones de diseño

- Presión= 20 PSI
- $\#_{roc}$ =12 unid
- Q_{mang} = 250 gpm
- T_{agua} = 60 min = 1 hora
- Calculo del caudal requerido por los rociadores
  - $Q_{roc} = K \times P^{0.5} \times \#_{roc}$
  - $Q_{roc} = 25.2 \times (20)^{0.5} \times 12$
  - $Q_{roc} = 1352.37$ gpm
- Calculo del caudal total requerido
  - $Q_T = Q_{roc} + Q_{mang}$
  - $Q_T = 1352.37 + 250$
  - $Q_T = 1602.37$ gpm
  - $Q_T = 363.93\ m^3/h$
- Calculo del volumen total requerido
  - $V_T = Q_T * T_{agua}$

- $V_T = 363.93 * 1$
- $V_T = 363.93\ m^3$

3.4.4. Cálculo de pérdida de carga

Partiendo del diseño isométrico del sistema, se establece la longitud de la tubería que se extiende hasta el rociador situado en la ubicación más alejada. A la vez, se determinan las longitudes equivalentes de los accesorios, y se suman estos resultados para obtener la longitud total de la tubería. Estos valores se utilizan como parámetros fundamentales para calcular las pérdidas por fricción en la red.

Los cálculos se llevan a cabo siguiendo las pautas establecidas por las normas NFPA, las cuales definen los valores que deben ajustarse a las condiciones operativas. Para la mayoría de los cálculos relacionados con la protección contra incendios, las pérdidas por fricción se determinan utilizando el procedimiento de longitud equivalente, basado en la tabla 8, que representa las pérdidas de fricción asociadas a las conexiones.

Tabla 8. Longitudes Equivalentes

Equivalent Pipe Length Chart

	Fittings and Valves Expressed in Equivalent ft (m) of Pipe						
	¾ in. (20 mm)	1 in. (25 mm)	1¼ in. (32 mm)	1½ in. (40 mm)	2 in. (50 mm)	2½ in. (50 mm)	3 in. (80 mm)
45° Elbow	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	3 (0.9)
90° Standard Elbow	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	7 (2.1)
90° Long-Turn Elbow	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)
Tee or Cross (Flow Turned 90°)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	10 (3.1)	12 (3.7)	15 (4.6)
Gate Valve	—	—	—	—	1 (0.3)	1 (0.3)	1 (0.3)
Butterfly Valve	—	—	—	—	6 (1.8)	7 (2.1)	10 (3.1)
Swing Check[a]	4 (1.2)	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.4)	14 (4.3)	16 (4.9)

	Fittings and Valves Expressed in Equivalent ft (m) of Pipe						
	3½ in. (90 mm)	4 in. (100 mm)	5 in. (125 mm)	6 in. (150 mm)	8 in. (200 mm)	10 in. (250 mm)	12 in. (300 mm)
45° Elbow	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	7 (2.1)	9 (2.7)	11 (3.4)	13 (4.0)
90° Standard Elbow	8 (2.4)	10 (3.1)	12 (3.7)	14 (4.3)	18 (5.5)	22 (6.7)	27 (8.2)
90° Long-Turn Elbow	5 (1.5)	6 (1.8)	8 (2.4)	9 (2.7)	13 (4.0)	16 (4.9)	18 (5.5)
Tee or Cross (Flow Turned 90°)	17 (5.2)	20 (6.1)	25 (7.6)	30 (9.2)	35 (10.7)	50 (15.3)	60 (18.3)
Gate Valve	1 (0.3)	2 (0.6)	2 (0.6)	3 (0.9)	4 (1.2)	5 (1.5)	6 (1.8)
Butterfly Valve	—	12 (3.7)	9 (2.7)	10 (3.1)	12 (3.7)	19 (5.8)	21 (6.4)
Swing Check[a]	19 (5.8)	22 (6.7)	27 (8.2)	32 (9.8)	45 (13.7)	55 (16.8)	65 (19.8)

Use with Hazen-Williams $C = 120$ only. For other values of C, the figures in this table should be multiplied by the factors below.

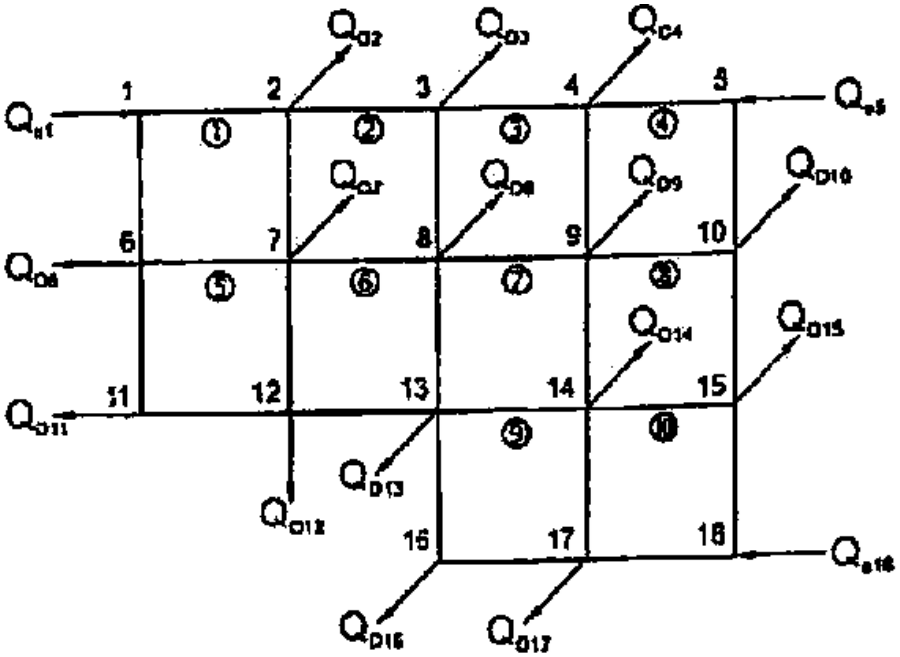
Value of C	80	100	120	130	140	150
Multiplying factor	0.472	0.713	1.00	1.16	1.32	1.51

Tabla 9. Dimensiones de tuberías de acero

Tabla A.16.3.2 Dimensiones de tuberías de acero

Tamaño nominal de tubería		Diámetro externo		Cédula 5				Cédula 10[a]				Cédula 30				Cédula 40			
				Diámetro interno		Espesor de pared		Diámetro interno		Espesor de pared		Diámetro interno		Espesor de pared		Diámetro interno		Espesor de pared	
pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm	pulg.	mm
½[b]	15	0.840	21.3	—	—	—	—	0.674	17.1	0.083	2.1	—	—	—	—	0.622	15.8	0.109	2.77
¾[b]	20	1.050	26.7	—	—	—	—	0.884	22.4	0.083	2.1	—	—	—	—	0.824	21.0	0.113	2.87
1	25	1.315	33.4	1.185	30.1	0.065	1.7	1.097	27.9	0.109	2.8	—	—	—	—	1.049	26.6	0.133	3.37
1¼	32	1.660	42.2	1.530	38.9	0.065	1.7	1.442	36.6	0.109	2.8	—	—	—	—	1.380	35.1	0.140	3.56
1½	40	1.900	48.3	1.770	45.0	0.065	1.7	1.682	42.7	0.109	2.8	—	—	—	—	1.610	40.9	0.145	3.68
2	50	2.375	60.3	2.245	57.0	0.065	1.7	2.157	54.8	0.109	2.8	—	—	—	—	2.067	52.5	0.154	3.91
2½	65	2.875	73.0	2.709	68.8	0.083	2.1	2.635	66.9	0.120	3.0	—	—	—	—	2.469	62.7	0.203	5.16
3	80	3.500	88.9	3.334	84.7	0.083	2.1	3.260	82.8	0.120	3.0	—	—	—	—	3.068	77.9	0.216	5.49
3½	90	4.000	101.6	3.834	97.4	0.083	2.1	3.760	95.5	0.120	3.0	—	—	—	—	3.548	90.1	0.226	5.74
4	100	4.500	114.3	4.334	110.1	0.083	2.1	4.260	108.2	0.120	3.0	—	—	—	—	4.026	102.3	0.237	6.02
5	125	5.563	141.3	—	—	—	—	5.295	134.5	0.134	3.4	—	—	—	—	5.047	128.2	0.258	6.55
6	150	6.625	168.3	6.407	162.7	0.109	28	6.357	161.5	0.134[c]	3.4	—	—	—	—	6.065	154.1	0.280	7.11
8	200	8.625	219.1	—	—	—	—	8.249	209.5	0.188[c]	4.8	8.071	205.0	0.277[d]	7.0	7.981	—	0.322	—
10	250	10.750	273.1	—	—	—	—	10.370	263.4	0.188[c]	4.8	10.140	257.6	0.307[d]	7.8	10.020	—	0.365	—
12	300	12.750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12.090	—	0.330[c]	—	11.938	—	0.406	—

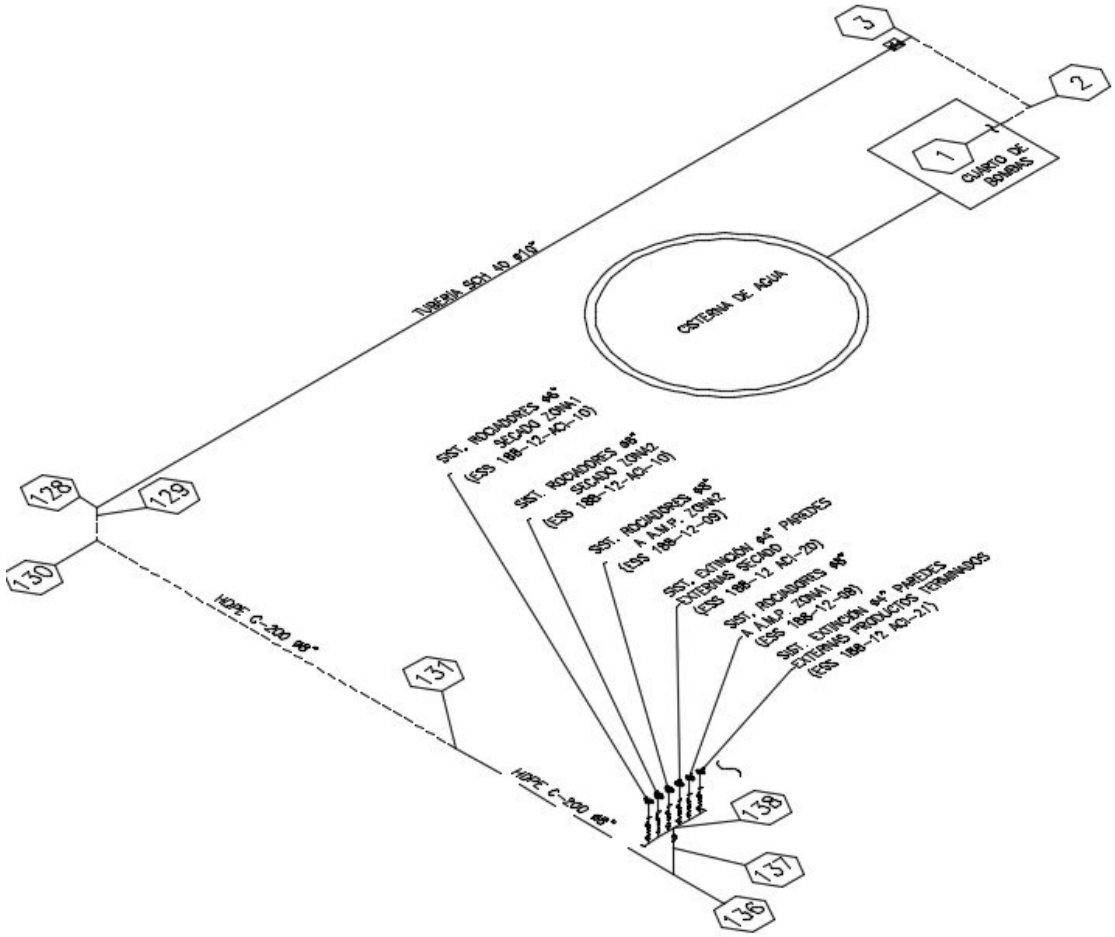
Figura 20. *Dimensiones de las tuberías de acero*



3.4.5. Simulación del Sistema a través del Software Elite Fire Fighting Program

Como se muestra en la figura 21, la red contra incendios del almacén de productos terminados constará de 156 rociadores ESFR de 2 ½". El primer tramo de tubería Schedule 40 de 10" inicia desde el cuarto de bombas, la cual, estará enterrada los primeros 5 m de recorrido para luego salir a la cota 0 del terreno y extenderse 55 m. El segundo tramo será de una tubería HDPE de 8", la cual, estará enterrada 1,5 m y tendrá una longitud de unos 40 m, para luego salir 1,5 m a la cota 0 del terreno y cambiar a una tubería schedule 40 de 8" la cual, se elevará 1,2 mts, hasta llegar al manifold de 8" que suministra el agua al sistema de rociadores del almacén de productos terminados y a la zona de producción.

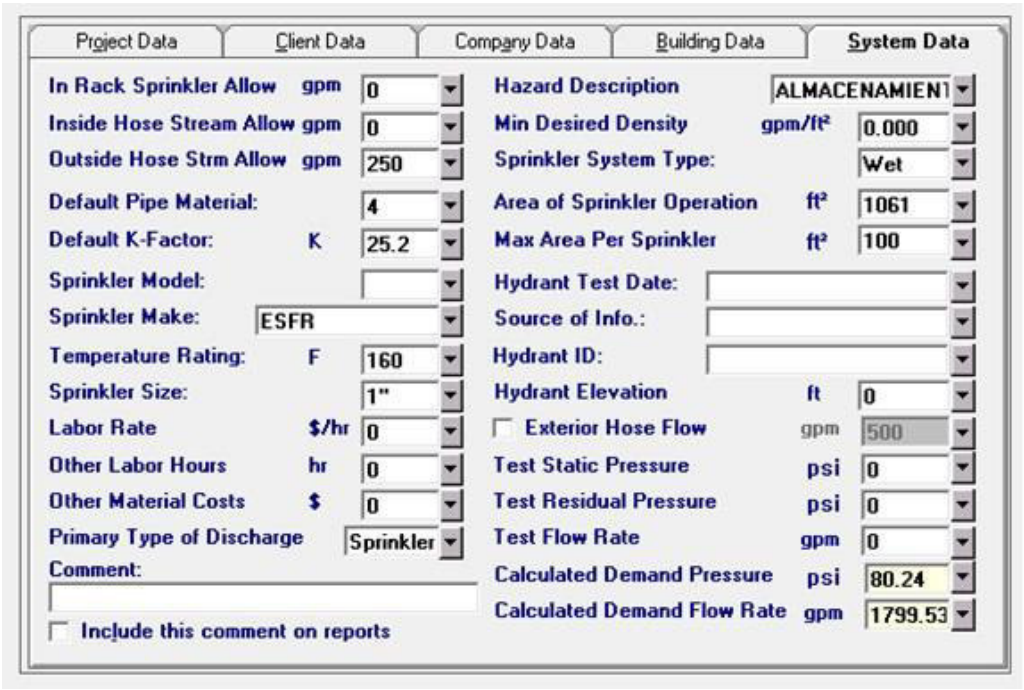
Figura 21. *Diseño Isométrico de la alimentación del sistema de red de rociadores*



El software empleado para realizar los cálculos hidráulicos, se denomina Elite Fire. Esta herramienta informática efectúa de manera veloz todos los cálculos hidráulicos esenciales tal como lo requiere la normativa NFPA 13. Además, estima los requisitos de caudal de los rociadores, determina los tamaños óptimos de las tuberías y lleva a cabo automáticamente un análisis de carga máxima. El programa Elite Fire tiene la capacidad de gestionar diversos tipos de sistemas de rociadores, ya sean de tipo árbol, rejilla o híbridos, con un rango de hasta 1,000 o más rociadores y tuberías. Este software de incendios permite el cálculo del flujo de agua y la velocidad en galones por minuto a través de todas las secciones de tubería y la presión residual en cada cabeza de rociador, la pérdida de presión derivada del cambio de fricción, las presiones máximas requeridas del sistema y el caudal total de agua requerida por el sistema. Los formatos del informe están diseñados para ser de utilidad tanto para el diseñador como para el revisor de proyecto (López y Marín, 2019)

a) La simulación comienza con el ingreso de los datos generales del proyecto.

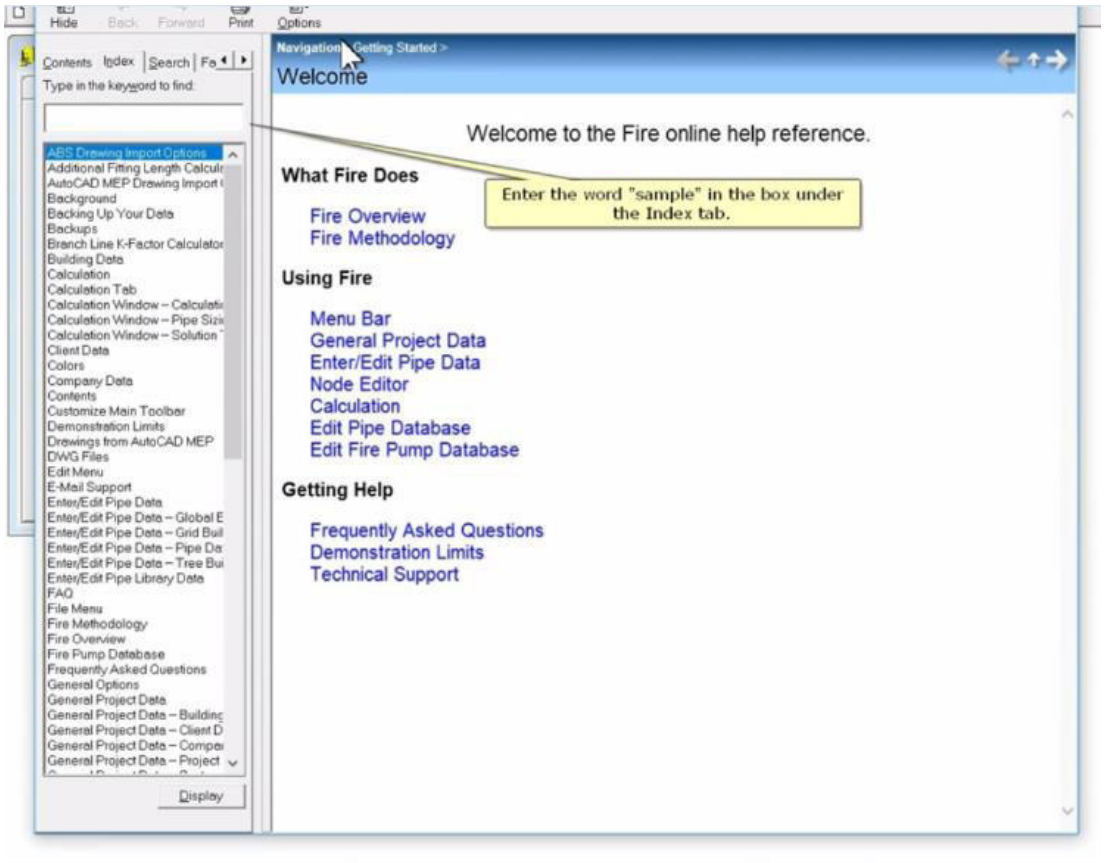
Figura 22. ***Datos generales del proyecto***



En esta ventana se introduce aquellas premisas que previamente se definieron al inicio del diseño, tales como, Caudales en gpm, tipo de riesgo, el tipo y material de la tubería, el factor K de los rociadores, tamaño del rociador, temperatura de trabajo, el tipo de sistema de rociadores (Wet or Dry), el are de operación de los rociadores, así como, también se toma en cuenta el caudal requerido para los gabinetes de mangueras.

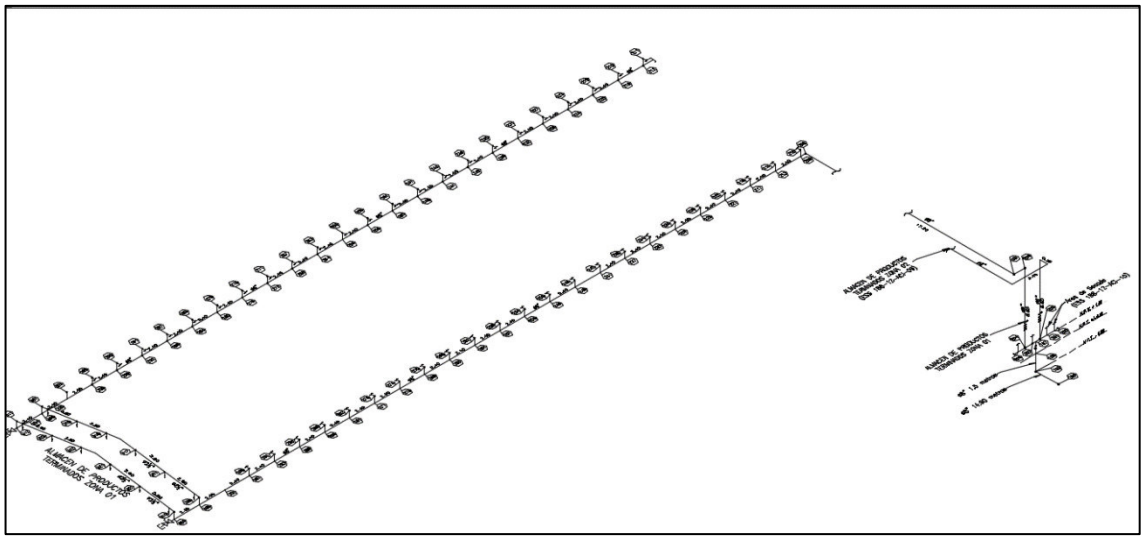
b) Una vez, introducidos todos los datos generales del proyecto se procede a la inserción del plano de referencia para el cálculo hidráulico, el cual, está definido por el parámetro de diseño de la NFPA 13, el cual, ubica un numero de 12 rociadores a introducir en el cálculo.

Figura 23. ***Ventana para inserción de plano del proyecto***



Para ello se procede a abrir la ventana de ayuda de referencia el cual despliega una cantidad de opciones de inserción tales como: Imágenes en PNG, Planos en DWG, entre otros. Para efectos de este proyecto se selecciona el archivo DWG del plano de referencia que se va a utilizar.

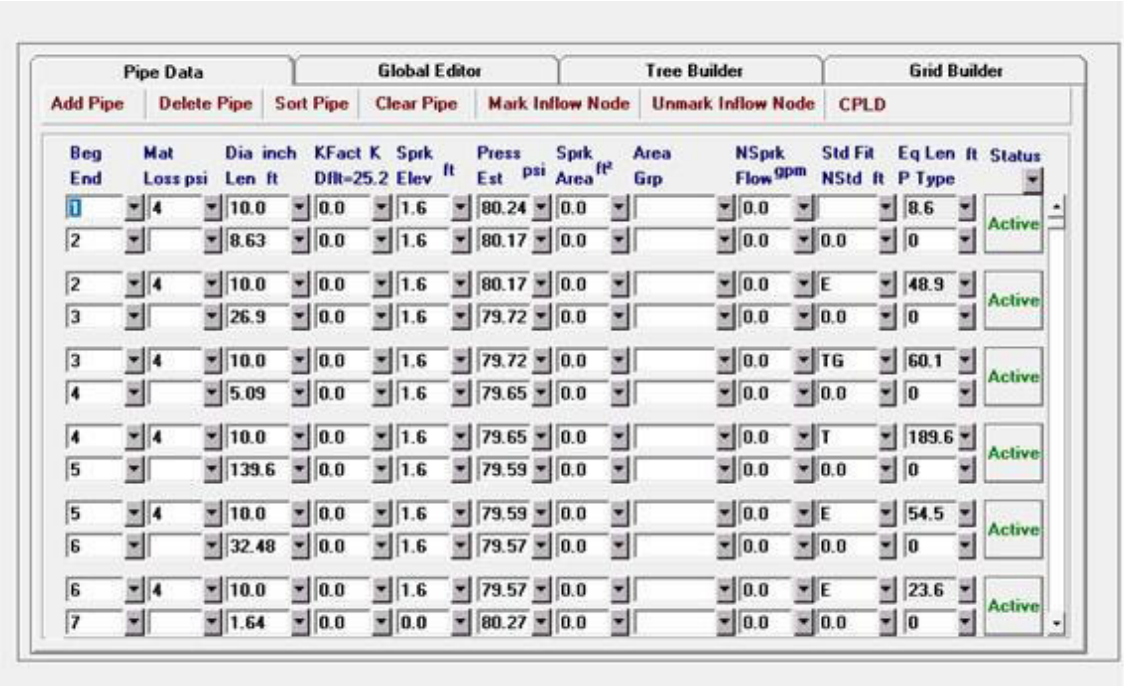
Figura 24. ***Área de diseño de los rociadores del almacén de productos terminados***



Para pérdidas por fricción en tuberías de acero schedule 40, el coeficiente de rugosidad es 120, así mismo, se toma como guía la figura 19 donde, se muestran los distintos diámetros de las tuberías y sus longitudes.

c) Configuración de tuberías.

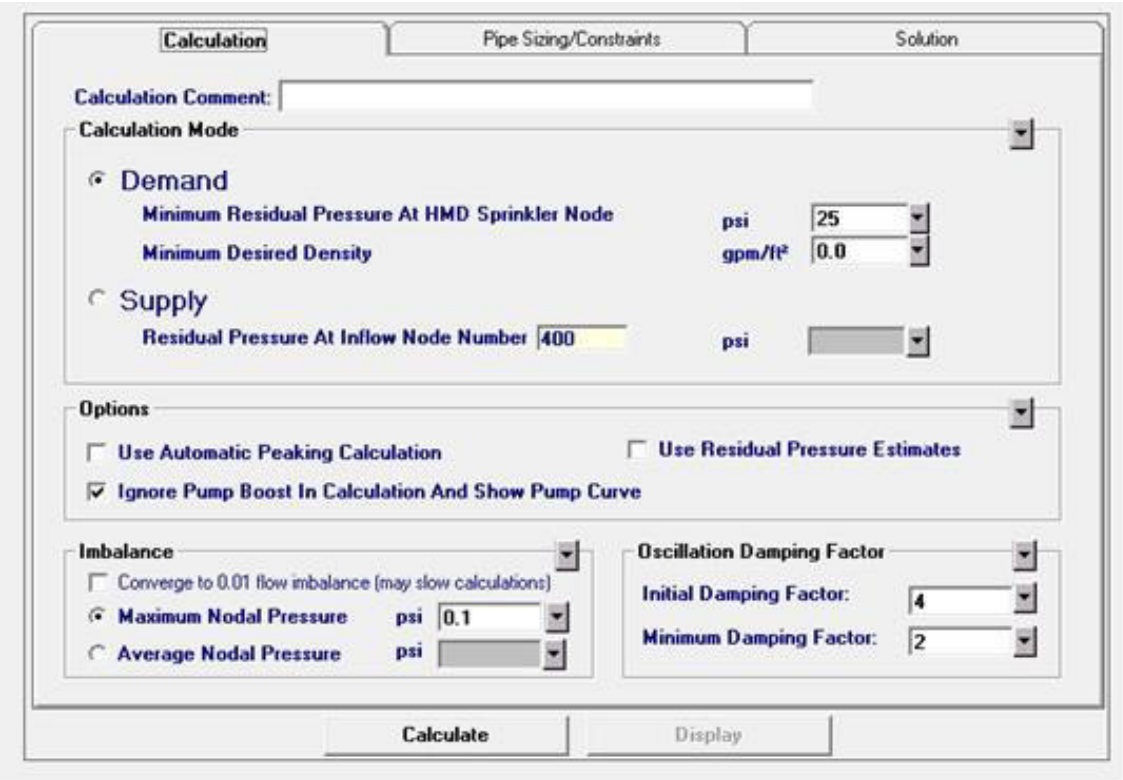
Tabla 10. Configuración de tuberías



En esta ventana se ingresan todos los datos de los nodos que se van a evaluar, uno por uno se ingresan datos de material de tubería, diámetros de tubería, las longitudes iniciales de los nodos, los accesorios y sus longitudes equivalentes.

d) Criterios de Cálculo.

Tabla 11. ***Criterios de cálculo***



En esta ventana se definen los criterios de cálculo para realizar finalmente los cálculos hidráulicos correspondientes. Existen dos métodos de cálculo, los cuales, son: Por demanda o Por suministro. En este proyecto se selecciona el método por demanda, el cual es el método más utilizado y con este se determina si lo que resulte del sistema es suficiente para suplir las condiciones previamente ingresadas.

Se ingresa una presión residual mínima del rociador hidráulicamente más remoto de 25 psi, el parámetro de densidad mínima requerida no es necesario llenarlo en este caso. Para los parámetros de oscilación es recomendado dejar los que el sistema coloca por defecto, ya que, el método de cálculo utilizado es la técnica de solución de matriz de Newton Raphson para resolver las ecuaciones no lineales.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparando los resultados obtenidos para el volumen de agua necesario por el método de control y supresión que se muestran en la tabla 12

Tabla 12. Cuadro comparativo Modo control versus Modo supresión

	Modo Control		**Modo Supresión**			
K	11.2	16.8	14	16.8	22.4	25.2
VT	456.52	502.85	387.23	386.96	417.96	363.94

De acuerdo al cuadro comparativo se aprecia que el valor óptimo del volumen de agua es el correspondiente al modo supresión utilizando rociadores con factor K = 25.2 con un volumen de 363.94 m^3.

Una vez listos los parámetros de cálculo se procede a iniciar la simulación donde se despliega el resumen de soluciones:

En la tabla 13 se muestra el resumen de las soluciones del cálculo efectuado por el software Elite Fire; en ella se observan: el número de secciones únicas de tubería, numero de rociadores que se encuentran fluyendo, la velocidad máxima de la tubería en este caso, muestra que en la tubería '303-316' es la sección donde existe la mayor velocidad de flujo de 20.66 pies/segundos. También, se puede observar que el flujo de agua requerido para los rociadores es de 1549.75 gpm, así como, el punto hidráulicamente más demandante es el nodo '318'. Por lo tanto, para suplir toda esta demanda resultante del sistema se requieren 80.24 psi.

Tabla 13. Resumen de las soluciones de cálculo

Calculation | Pipe Sizing/Constraints | Solution

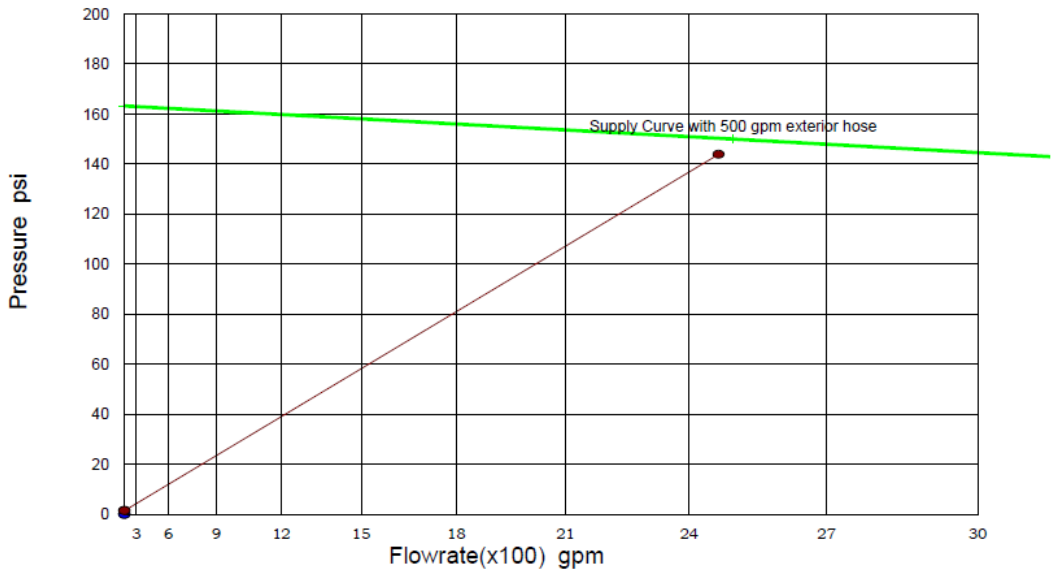
Number Of Unique Pipe Sections:	344		HMD Sprinkler Node Number:		318
Number Of Flowing Sprinklers:	12		HMD Actual Residual Pressure	psi	25.000
Maximum Flow Velocity (in pipe 303 - 316)	ft/sec	20.658	HMD Actual Flow Rate	gpm	126.000
Sprinkler Flow	gpm	1549.751	Demand Resid Press At Sys Inflow Node:	psi	80.244
Non - Sprinkler Flow	gpm	250	Demand Flow At System Inflow Node	gpm	1799.532

BEG-Node END-Node	Nodal K-Factor (K)	Elevation ft	Sprinkler Flow (gpm)	Residual pressure (psi)	Nom-Dia Inside-Dia C-VAL	Q(gpm) Velocity(fps)	Fri.-Loss/ft Fittings Type-Group	Nom.-Len Fitting-Len Total-Len	PF-psi PE-psi PV-psi
1	0.00	1.60	0.00	80.24	10.000	1799.53	0.00906	8.630	0.07
2	0.00	1.60	0.00	80.17	10.020	7.32		0.000	0.00
					120.00			8.63	0.36
2	0.00	1.60	0.00	80.17	10.000	1799.53	0.00906	26.903	0.44
3	0.00	1.60	0.00	79.72	10.020	7.32	E	22.000	0.00
					120.00			48.90	0.36
3	0.00	1.60	0.00	79.72	10.000	543.60	0.00099	5.085	0.05

Calculate | Display

En el anexo 1 se muestran los datos de entrada del sistema de tuberías y en el anexo 2, los datos de salida del sistema de tuberías, luego de la simulación.

Figura 25. ***Curva de comparación de la Demanda vs el Suministro.***



Esta curva básicamente demuestra, si los datos de suministro son suficientes para alimentar al sistema de rociadores, en este caso se muestra que la curva de la demanda se posiciona por debajo de la curva de suministro por lo cual, se llega a la conclusión de que, si es suficiente el suministro para el sistema, con un factor de seguridad de 6,4 psi.

3.5. Validación del equipo de Bombeo

Actualmente la Planta Forsac Perú, cuenta con un cuarto de bombas completamente instalado y funcionando, constituido por:

- Una Moto Bomba: Capacidad 2500 GPM, velocidad nominal de 1780 RPM, Presión de descarga 150 psi, 327.6 caballos de fuerza, Motor Diésel.
- Una Bomba jockey; Capacidad 25 GPM, Presión de descarga 150 Psi y 5 Caballos de fuerza.

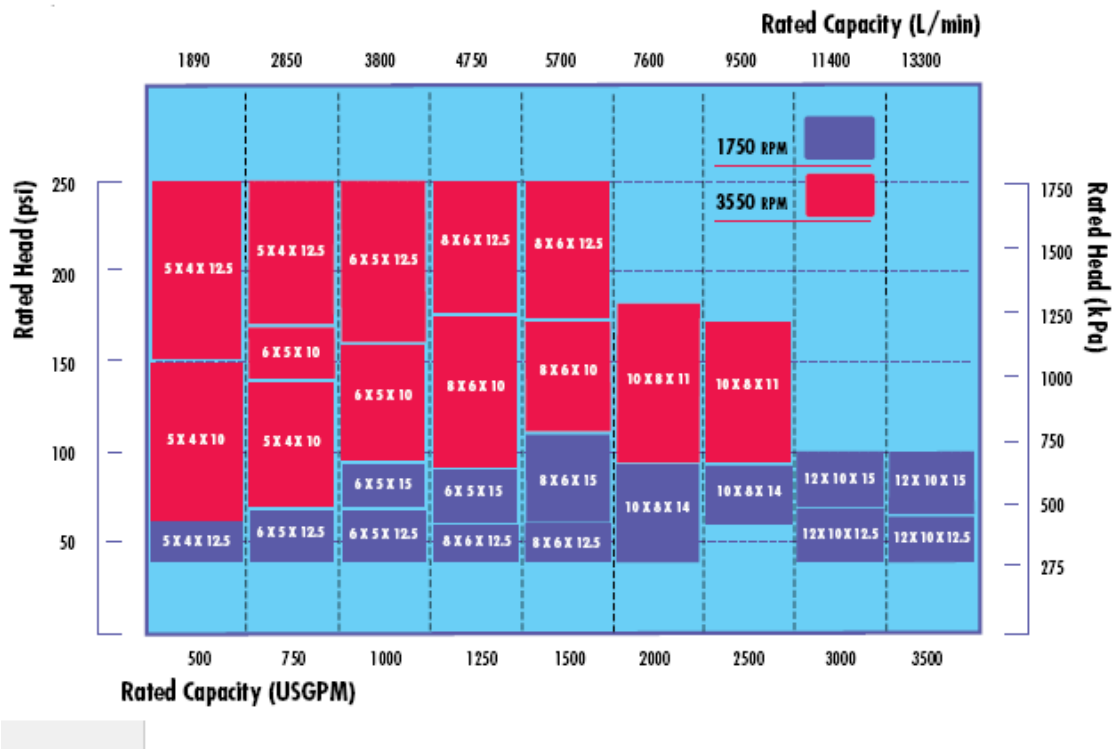
Una vez terminado el cálculo hidráulico, se tienen todos los parámetros requeridos para verificar si el sistema de bombeo actual, es suficiente para alimentar la ampliación de sistema contra incendio planteado en el almacén de productos terminados de la planta de Forsac Perú. Según la norma NFPA 20, se permite utilizar la capacidad de la bomba hasta un 150% de su capacidad de caudal nominal, por lo cual, se recomienda que se opere la misma dentro del rango de entre el 90% y el 140% de su capacidad de caudal nominal.

Tomando lo anterior en cuenta y adicionando los parámetros resultantes del cálculo hidráulico, se determina la necesidad de una bomba que cumpla los siguientes requerimientos operativos:

- Caudal: 1549,75 gpm
- Presión: 80.24 psi

Una vez analizados los parámetros técnicos, se logra determinar el equipo de bombeo actual, cumple con los requerimientos mínimos de operación para proveer de un caudal y presión suficientes para el correcto funcionamiento de la ampliación del sistema contra incendio en el almacén de productos terminados.

Figura 26. ***Ejemplo de curva del performance del equipo de bombeo***



3.6. Dimensionamiento de la reserva de agua contra incendios.

Para delimitar el volumen de agua requerido para el sistema de rociadores se toma en consideración el caudal en GPM que requiere la red y el tiempo de abastecimiento de esta red.

El caudal requerido para el sistema de rociadores proyectado en este trabajo es de 1549.75 gpm.

Según los cálculos hidráulicos anteriores, se definió que el sistema estará compuesto por rociadores ESFR, en base a esto la norma NFPA 13 establece, un tiempo de abastecimiento de 60 minutos.

Por lo tanto,

$$Volumen = Caudal\ x\ Tiempo$$

$$Volumen = 1549.75\ gpm\ x\ 60\ minutos = 92.971\ gal = \ 351.93\ m3$$

Se demuestra que el sistema contra incendios del almacén de productos terminados requiere de un volumen de agua de 351.93 m^3.

3.6.1. Características del tanque de agua.

Actualmente la red contra incendio está impulsada por una moto bomba de succión positiva, este sistema de bombeo esta alimentado por un tanque de agua de capacidad de 1080 m^3, el cual, posee las siguientes características:

Tanque atornillado de cuatro niveles de anillos de acero al carbono.

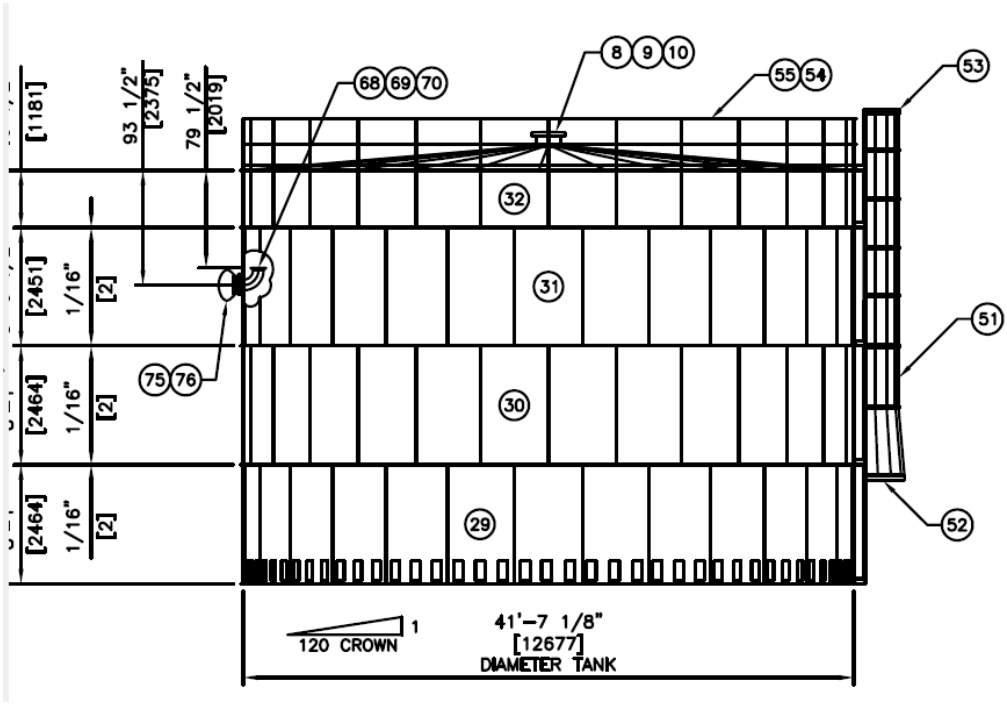
- Diámetro Interior: 41.592 Pies - 12677 mm
- Volumen Nominal: 285186 Gal. – 1080 m^3
- Tipo de Techo: Techo Inclinado 1:12 con Soporte Central
- Pernos de Anclaje: Estilo Estándar

El tanque incluirá lo siguiente:

- Escalera exterior de aluminio con jaula de seguridad de acero galvanizado, entrada de aro con cerradura y columpio de seguridad
- Barandilla parcial de 10' (3048 mm) de cada lado
- Ventilación tipo hongo con pantalla de malla de 1/2"
- Entrada de acceso de techo cuadrado de 24" (610 mm) con tapa abisagrada
- Indicador de nivel de líquido con tablero de indicadores

- Entrada de 10" 150# con Boquilla de brida sencilla deslizable de cara elevada
- 8" - 200 MM 150# Boquilla deslizable de brida sencilla con cara elevada
- Rebosadero de 10" - 250 MM con vertedero cónico y boquilla con brida externa
-

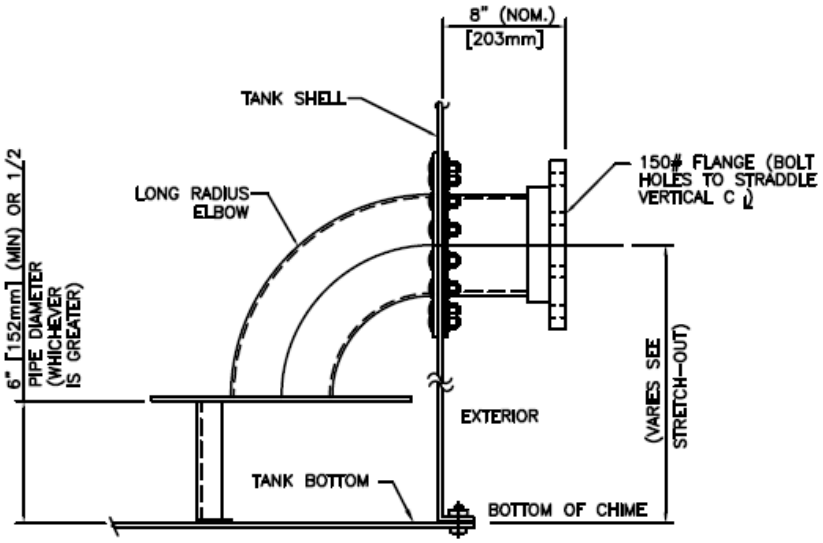
Figura 27.*Dimensiones del tanque de agua existente*.



3.6.2. Placa anti vórtice

La norma NFPA 22 establece que donde exista un sistema contra incendio con una fuente de suministro en forma de tanque, la salida del mismo debe estar equipada con arreglos mecánicos de montaje que controlen los caudales del vórtice.

Figura 28. *Placa anti vórtice.*



CONCLUSIONES

Para el almacén de productos terminados de la planta industrial papelera FORSAC de la ciudad de Lima se diseñó un sistema de protección contra incendios a base de agua teniendo como finalidad proteger artículos elaborados con materiales naturales como bolsas de papel, los cuales, se almacenan en pallets y se tipifica como mercancía inflamable clase III, según las normas internacionales NFPA 13.

De acuerdo con la norma NFPA 13, se constató que el almacén de productos terminados de la planta presenta un riesgo que se considera ordinario y del grupo 2. Asimismo, la red de rociadores que se necesita en el sistema es del tipo "tubería húmeda", lo que significa que el sistema estará siempre presurizado.

Se determinó que el tipo de rociadores más eficiente, para cubrir el almacén de productos terminados de la planta de Forsac Perú, los llamados rociadores contra incendios rápidos, a menudo denominados ESFR, son los rociadores contra incendios automáticos más fiables disponibles. Se utilizan principalmente en almacenes con estanterías, lo que evita la instalación de rociadores intermedios en estanterías y reduce el coste y la dificultad del montaje de sistemas de extinción de incendios.

El diseño del sistema contraincendios se realizó analizando dos modos de apagar fuegos, el modo control y el modo supresión, determinándose que el más conveniente es el modo supresión debido a que requiere un volumen menor de agua que almacenar. El volumen de agua necesario se estableció en 363.93 m^3. El sistema estará constituido, para efectos de cálculos hidráulicos, por 12 por rociadores ESFR con un factor K= 25,2.

La simulación del sistema de protección contra incendios, utilizando el software Elite Fire determinó que se requerirá de un caudal de 1549.75 gpm y una presión total de 80.24 psi en el sistema. Los mismos que podrán ser proporcionados por el sistema de bombeo actual, consistente en una bomba estacionaria principal de 327.6 HP que

descarga 2500 gpm y proporciona una presión de 150 psi; además de contar con una bomba jockey de 25 gpm y 150 psi de presión con arranque y parada automática, para compensar las fugas que se originen en la red general contra incendios

Considerando un tiempo de abastecimiento de agua de 60 minutos se estableció que la capacidad de la cisterna es de 92.971 galones, equivalente a 351.93 m^3.

RECOMENDACIONES

Es recomendable que, durante la ejecución de la implementación del sistema propuesto, se sigan las dimensiones de tubería establecidas, ya que cualquier alteración podría ocasionar cambios significativos en las velocidades y presiones en los rociadores. Esto se debe a que se han considerado los valores mínimos prescritos por el fabricante en el proceso de diseño.

Es importante que los sistemas de extinción de incendios cumplan con las normativas actuales y superen pruebas rigurosas realizadas en laboratorios certificados para demostrar su eficacia en situaciones reales de fuego, abordando aspectos de respuesta, resistencia y estabilidad. Solo cuando estos sistemas han sido aprobados y se alinean con los criterios establecidos (como soporte, grosor, aplicación, etc.) se pueden instalar.

Seguir los programas de inspección y pruebas tanto preventivas como correctivas para todo el sistema de protección contra incendios. Luego de la instalación de los rociadores, se debe efectuar las pruebas de flujo con el propósito de verificar que el diseño cumple con los estándares mínimos especificados por el fabricante de los rociadores.

Elaborar un plan exhaustivo para las pruebas y el mantenimiento del sistema contra incendios, garantizando su funcionalidad en situaciones de emergencia. La elección adecuada del equipo de bombeo también es crucial, asegurando que cumpla con los requisitos de caudal y presión establecidos en el diseño.

BIBLIOGRAFIA

Bosquez Yañez, F. (2016). Diseño de un Sistema contra incendios en base a la normativa NFPA, para la empresa metalúrgica ecuatoriana Adelca C.A. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2694

Crespo, A. (2006). Mecánica de fluidos. Mexico: Ed. Thompson.

Lopez, L. y Marin, E. (2019). Revisión Del Comportamiento Hidráulico De Una Red De Rociadores En Un Sistema De Protección Contra Incendios A Partir De Dos Herramientas Computacionales. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.

Mendoza Terrones, A.(2021). Diseño de un Sistema Contra Incendio para Reducir riesgos en una Empresa Minera en Cajamarca", Tesis de grado. Universidad Privada del Norte, Cajamarca – Perú. https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29484?show=full

Mott, R. (2006). Mecánica de Fluidos. Mexico: Pearson.

National Fire Protection Association NFPA 13. (2013). Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores. Quincy, MA.

National Fire Protection Association NFPA 14. (2013). Norma para la Instalación de Sistemas Vertical y de Mangueras. Quincy, MA.

National Fire Protection Association NFPA 20. (2013). Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios. Quincy, MA.

OMM. (2011). Guía de prácticas hidrológicas, sexta edición. Suiza: Organización Metereológica Mundial.

Panduro Cachique, R. (2020). Sistema Contra Incendio bajo la Norma NFPA para Incrementar la Seguridad del Personal en la Minera las Bambas, Apurímac – 2020. Tesis de grado. Universidad Señor de Sipán, Pimentel – Perú. https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/8054?show=full

Perez Llerena, K y Ruelas Polanco, M. (2020). Evaluación y diseño de un Sistema de Prevención Contra Riesgo de Incendio en el Taller de Soldadura Eléctrica del Instituto Pedro P. Díaz. Tesis de grado. Universidad Tecnológica del Peru. https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3033426

Sagua Benitez, J. (2022). Diseño de un sistema de agua contra incendio en base a la normativa NFPA para un almacén de Backus. Tesis de grado. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo - Perú. https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3345812

Torres Córdova, N. (2017). Diseño del Sistema de Protección Contra Incendios con Base a Extinción Automática para el Edificio Aquinate. Tesis de grado. Universidad Santo Tomás, Bogotá – Colombia. https://repository.usta.edu.co/handle/11634/2859

Villon, M. (2005). Diseño de Estructuras Hidráulicas.

ANEXOS

PLANTA INDUSTRIAL FORSAC - PERÙ
Fire Sprinkler Reports

for

FORSAC PERÙ

Los Olivos

Prepared By:

ENSOL
ENGINEERING SOLUTIONS SAC
CALLE COSME BUENO 170
BELLAVISTA - CALLAO
4523641

Agosto 05, 2015

General Project Data Report

General Data

Project Title:	PLANTA INDUSTRIAL FORSAC - PERÙ	Project File Name:	PROD. TER. ZONA 01..fiw
Designed By:	ENSOL	Date:	Agosto 05, 2015
Code Reference:	ESS-188-12	Approving Agency:	
Client Name:	FORSAC PERÙ	Phone:	
Address:	Los Olivos	City, State Zip Code:	
Company Name:	ENGINEERING SOLUTIONS SAC	Representative:	
Company Address:	CALLE COSME BUENO 170	City And State:	BELLAVISTA - CALLAO
Phone:	4523641		
Building Name:	ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS ZONA 01	Building Owner:	
Contact at Building:		Phone at Building:	
Address Of Building:		City, State Zip Code:	

Project Data

Description Of Hazard:	ALMACENAMIENTO		Sprinkler System Type:	Wet	
Design Area Of Water Application:	1061	ft²	Maximum Area Per Sprinkler:	100	ft²
Default Sprinkler K-Factor:	25.20	K	Default Pipe Material:	SCHED 40 WET STEEL	
Inside Hose Stream Allowance:	0.00	gpm	Outside Hose Stream Allowance:	250.00	gpm
In Rack Sprinkler Allowance:	0.00	gpm			

Sprinkler Specifications

Make:	ESFR		Model:		
Size:	1"		Temperature Rating:	160	F

Water Supply Test Data

Source Of Information:
Test Hydrant ID:
Date Of Test:

Hydrant Elevation:	0	ft	Static Pressure:	0.00	psi
Test Flow Rate:	0.00	gpm	Test Residual Pressure:	0.00	psi
Calculated System Flow Rate:	1799.53	gpm	Calculated Inflow Residual Pressure:	80.24	psi

Calculation Project Data

Calculation Mode:	Demand				
HMD Minimum Residual Pressure:	25.00	psi	Minimum Desired Flow Density:	0.00	gpm/ft²
Number Of Active Nodes:	319				
Number Of Active Pipes:	344		Number Of Inactive Pipes:	0	
Number Of Active Sprinklers:	12		Number Of Inactive Sprinklers:	0	

Fire Sprinkler Input Data

Node Input Data

Node No.	Node Description Branch Description	Area Group Branch Dia. (in)	Sprinkler KFactor (K) Branch Len. (ft)	Pressure Estimate (psi) Branch Stnd Fittings	Node Elev (ft) Branch Non-Stnd Fittings (ft)	Non-Sprinkler Flow (gpm) Branch Sprk KFactor (K)
1	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	80.24 ----	1.60 0.0	0.00 0.00
2	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	80.17 ----	1.60 0.0	0.00 0.00
3	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	79.72 ----	1.60 0.0	0.00 0.00
4	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	79.65 ----	1.64 0.0	0.00 0.00
5	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	79.59 ----	1.64 0.0	0.00 0.00
6	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	79.57 ----	1.64 0.0	0.00 0.00
7	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	80.27 ----	0.00 0.0	0.00 0.00
8	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	82.40 ----	-4.92 0.0	0.00 0.00
9	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	82.39 ----	-4.92 0.0	0.00 0.00
10	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	82.37 ----	-4.92 0.0	0.00 0.00
11	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	80.24 ----	0.00 0.0	0.00 0.00
12	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	78.82 ----	3.28 0.0	0.00 0.00
13	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	82.37 ----	-4.92 0.0	0.00 0.00
14	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	82.35 ----	-4.92 0.0	0.00 0.00
15	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	80.21 ----	0.00 0.0	0.00 0.00
16	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	79.50 ----	1.64 0.0	0.00 0.00
17	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	79.45 ----	1.64 0.0	0.00 0.00
18	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	80.16 ----	0.00 0.0	0.00 0.00

Fire Sprinkler Input Data

Node Input Data (cont'd)

Node No.	Node Description Branch Description	Area Group Branch Dia. (in)	Sprinkler KFactor (K) Branch Len. (ft)	Pressure Estimate (psi) Branch Stnd Fittings	Node Elev (ft) Branch Non-Stnd Fittings (ft)	Non-Sprinkler Flow (gpm) Branch Sprk KFactor (K)
303	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	33.33 ----	26.90 0.0	0.00 0.00
304	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	34.81 ----	24.93 0.0	0.00 0.00
305	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	35.92 ----	24.93 0.0	0.00 0.00
306	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	34.75 ----	26.90 0.0	0.00 0.00
307	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	32.81 ----	26.90 0.0	0.00 0.00
308	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	34.28 ----	24.93 0.0	0.00 0.00
309	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	35.84 ----	24.93 0.0	0.00 0.00
310	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	34.68 ----	26.90 0.0	0.00 0.00
311	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	32.68 ----	26.90 0.0	0.00 0.00
312	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	34.13 ----	24.93 0.0	0.00 0.00
313	Sprinkler ----	---- 0.000	25.20 0.0	26.04 ----	29.53 0.0	0.00 0.00
314	Sprinkler ----	---- 0.000	25.20 0.0	25.29 ----	29.53 0.0	0.00 0.00
315	Sprinkler ----	---- 0.000	25.20 0.0	25.91 ----	28.54 0.0	0.00 0.00
316	Sprinkler ----	---- 0.000	25.20 0.0	28.79 ----	27.23 0.0	0.00 0.00
317	Sprinkler ----	---- 0.000	25.20 0.0	25.74 ----	29.53 0.0	0.00 0.00
318	Sprinkler ----	---- 0.000	25.20 0.0	25.00 ----	29.53 0.0	0.00 0.00
319	Sprinkler ----	---- 0.000	25.20 0.0	25.57 ----	28.54 0.0	0.00 0.00
320	Sprinkler ----	---- 0.000	25.20 0.0	28.38 ----	27.23 0.0	0.00 0.00

Fire Sprinkler Input Data

Node Input Data (cont'd)

Node No.	Node Description Branch Description	Area Group Branch Dia. (in)	Sprinkler KFactor (K) Branch Len. (ft)	Pressure Estimate (psi) Branch Stnd Fittings	Node Elev (ft) Branch Non-Stnd Fittings (ft)	Non-Sprinkler Flow (gpm) Branch Sprk KFactor (K)
321	Sprinkler ----	---- 0.000	25.20 0.0	25.75 ----	29.53 0.0	0.00 0.00
322	Sprinkler ----	---- 0.000	25.20 0.0	25.00 ----	29.53 0.0	0.00 0.00
323	Sprinkler ----	---- 0.000	25.20 0.0	25.58 ----	28.54 0.0	0.00 0.00
324	Sprinkler ----	---- 0.000	25.20 0.0	28.32 ----	27.23 0.0	0.00 0.00
400	No Discharge ----	---- 0.000	N/A 0.0	80.25 ----	1.60 0.0	0.00 0.00

Fire Sprinkler Input Data

Pipe Input Data

Beg. Node	End. Node	Pipe Description	Nominal Diameter (inch)	Type Group	Fitting Data	Nominal Length (feet)	Fitting Length (feet)	Total Length (feet)	CFactor (gpm/inch-psi)
1	2	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0		8.63	0.00	8.63	120
2	3	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0	E	26.90	22.00	48.90	120
3	4	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0	TG	5.09	55.00	60.08	120
4	5	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0	T	139.60	50.00	189.60	120
5	6	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0	E	32.48	22.00	54.48	120
6	7	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0	E	1.64	22.00	23.64	120
7	8	PVC, CLASS 200	10.000	0		4.92	0.00	4.92	150
8	9	PVC, CLASS 200	10.000	0	E	22.51	32.20	54.71	150
9	10	PVC, CLASS 200	10.000	0	E	54.56	32.20	86.76	150
10	11	PVC, CLASS 200	6.000	0	ET	18.04	66.40	84.44	150
11	12	SCHED 40 WET STEEL	6.000	0		3.28	0.00	3.28	120
10	13	PVC, CLASS 200	10.000	0		14.27	0.00	14.27	150
13	14	PVC, CLASS 200	10.000	0	E	27.49	32.20	59.69	150
14	15	PVC, CLASS 200	10.000	0	E	4.92	32.20	37.12	150
15	16	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0		1.64	0.00	1.64	120
16	17	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0	E	150.46	22.00	172.46	120
17	18	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0	T	1.64	50.00	51.64	120
18	19	PVC, CLASS 200	10.000	0		4.92	0.00	4.92	150
19	20	PVC, CLASS 200	4.000	0	E	77.56	15.10	92.66	150
20	21	PVC, CLASS 200	4.000	0	T	73.82	30.20	104.02	150
21	22	PVC, CLASS 200	4.000	0	E	4.92	15.10	20.02	150
22	23	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0		3.28	0.00	3.28	120
20	24	PVC, CLASS 200	4.000	0		73.95	0.00	73.95	150
24	25	PVC, CLASS 200	4.000	0	E	5.71	15.10	20.81	150
25	26	PVC, CLASS 200	4.000	0	ET	4.92	45.30	50.22	150
26	27	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0		4.92	0.00	4.92	120
25	28	PVC, CLASS 200	4.000	0		28.44	0.00	28.44	150
28	29	PVC, CLASS 200	4.000	0	E	4.92	15.10	20.02	150

Fire Sprinkler Input Data

Pipe Input Data (cont'd)

Beg. Node	End. Node	Pipe Description	Nominal Diameter (inch)	Type Group	Fitting Data	Nominal Length (feet)	Fitting Length (feet)	Total Length (feet)	CFactor (gpm/inch-psi)
29	30	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0		4.92	0.00	4.92	120
17	31	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0		18.18	0.00	18.18	120
31	32	SCHED 40 WET STEEL	6.000	0	T	1.64	30.00	31.64	120
32	33	PVC, CLASS 200	6.000	0		4.92	0.00	4.92	150
33	34	PVC, CLASS 200	6.000	0	E	23.72	21.10	44.82	150
34	35	PVC, CLASS 200	6.000	0	2EG	18.04	46.70	64.75	150
35	36	PVC, CLASS 200	6.000	0	E	4.92	21.10	26.02	150
36	37	SCHED 40 WET STEEL	6.000	0		3.28	0.00	3.28	120
31	38	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0		196.82	0.00	196.82	120
38	39	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0	TG	17.36	55.00	72.36	120
39	40	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0	E	1.64	22.00	23.64	120
40	41	PVC, CLASS 200	10.000	0		4.92	0.00	4.92	150
41	42	PVC, CLASS 200	10.000	0	E	25.92	32.20	58.12	150
42	43	PVC, CLASS 200	10.000	0	E	46.75	32.20	78.95	150
43	44	PVC, CLASS 200	4.000	0	ET	6.89	45.30	52.19	150
44	45	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0		4.92	0.00	4.92	120
43	46	PVC, CLASS 200	10.000	0		18.44	0.00	18.44	150
46	47	PVC, CLASS 200	10.000	0	E	4.92	32.20	37.12	150
47	48	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0		1.64	0.00	1.64	120
48	49	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0	E	109.51	22.00	131.51	120
49	50	SCHED 40 WET STEEL	10.000	0	T	1.64	50.00	51.64	120
50	51	PVC, CLASS 200	8.000	0		4.92	0.00	4.92	150
51	52	PVC, CLASS 200	8.000	0	E	11.91	24.20	36.11	150
52	53	PVC, CLASS 200	4.000	0	T	4.92	30.20	35.12	150
53	54	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0		4.92	0.00	4.92	120
52	55	PVC, CLASS 200	8.000	0		52.89	0.00	52.89	150
55	56	PVC, CLASS 200	8.000	0	E	7.71	24.20	31.91	150
56	57	PVC, CLASS 200	8.000	0	E	55.77	24.20	79.97	150
57	58	PVC, CLASS 200	8.000	0	E	4.95	24.20	29.15	150

Fire Sprinkler Input Data

Pipe Input Data (cont'd)

Beg. Node	End. Node	Pipe Description	Nominal Diameter (inch)	Type Group	Fitting Data	Nominal Length (feet)	Fitting Length (feet)	Total Length (feet)	CFactor (gpm/inch-psi)
320	307	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	T	1.84	12.00	13.84	120
310	321	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	E2T	20.01	30.00	50.01	120
321	322	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	ET	9.19	18.00	27.19	120
322	323	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	T	9.19	12.00	21.19	120
323	324	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	T	9.19	12.00	21.19	120
324	311	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	T	1.84	12.00	13.84	120
244	248	SCHED 40 WET STEEL	6.000	0	T	7.87	30.00	37.87	120
210	211	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
214	215	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
218	219	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
222	223	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
226	227	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
230	231	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
234	235	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
238	239	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
242	243	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
246	247	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
250	251	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
254	255	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
258	259	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
262	263	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
266	267	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
270	271	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
274	275	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
278	279	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
282	283	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
286	287	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
290	291	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
294	295	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120

Fire Sprinkler Input Data

Pipe Input Data (cont'd)

Beg. Node	End. Node	Pipe Description	Nominal Diameter (inch)	Type Group	Fitting Data	Nominal Length (feet)	Fitting Length (feet)	Total Length (feet)	CFactor (gpm/inch-psi)
298	299	SCHED 40 WET STEEL	2.500	0	4E	49.44	24.00	73.44	120
1	400	Fire Pump, Boost Ignored		Pump					

Fire Sprinkler Output Data

Overall Node Groupings Output Data

Pipe Segment Beg. Node	End. Node	Pipe Type Group	Pipe Flow Rate (gpm)	Sprinkler Flow At Beg. Node (gpm)	Non-Sprinkler Flow Out (+) (gpm)	In (-) (gpm)	Beg. Node Residual Pressure (psi)	Imbalance Flow At Beg. Node (gpm)
1	2	0	1799.53	0.00	0.00	0.00	80.24	0.00000
1	400	0	-1799.53					
2	1	0	-1799.53	0.00	0.00	0.00	80.17	0.00000
2	3	0	1799.53					
3	2	0	-1799.53	0.00	0.00	0.00	79.72	-0.00099
3	4	0	543.60					
3	147	0	1255.93					
4	3	0	-543.60	0.00	0.00	0.00	79.65	-0.00442
4	5	0	289.93					
4	158	0	253.66					
5	4	0	-289.93	0.00	0.00	0.00	79.59	0.00000
5	6	0	289.93					
6	5	0	-289.93	0.00	0.00	0.00	79.57	0.00000
6	7	0	289.93					
7	6	0	-289.93	0.00	0.00	0.00	80.27	0.00000
7	8	0	289.93					
8	7	0	-289.93	0.00	0.00	0.00	82.40	0.00000
8	9	0	289.93					
9	8	0	-289.93	0.00	0.00	0.00	82.39	0.00000
9	10	0	289.93					
10	9	0	-289.93	0.00	0.00	0.00	82.37	0.00005
10	11	0	0.00					
10	13	0	289.93					
11	10	0	0.00	0.00	0.00	0.00	80.24	0.00032
11	12	0	0.00					
12	11	0	0.00	0.00	0.00	0.00	78.82	-0.00037
13	10	0	-289.93	0.00	0.00	0.00	82.37	0.00000
13	14	0	289.93					
14	13	0	-289.93	0.00	0.00	0.00	82.35	0.00000
14	15	0	289.93					
15	14	0	-289.93	0.00	0.00	0.00	80.21	0.00000
15	16	0	289.93					
16	15	0	-289.93	0.00	0.00	0.00	79.50	0.00000
16	17	0	289.93					
17	16	0	-289.93	0.00	0.00	0.00	79.45	0.01926
17	18	0	0.02					
17	31	0	289.93					
18	17	0	-0.02	0.00	0.00	0.00	80.16	0.00483
18	19	0	0.02					

Fire Sprinkler Output Data

Overall Node Groupings Output Data (cont'd)

Pipe Segment Beg. Node	End. Node	Pipe Type Group	Pipe Flow Rate (gpm)	Sprinkler Flow At Beg. Node (gpm)	Non-Sprinkler Flow Out (+) (gpm)	In (-) (gpm)	Beg. Node Residual Pressure (psi)	Imbalance Flow At Beg. Node (gpm)
19	18	0	-0.02	0.00	0.00	0.00	82.29	-0.00551
19	20	0	0.02					
20	19	0	-0.02	0.00	0.00	0.00	82.29	-0.00970
20	21	0	0.00					
20	24	0	0.01					
21	20	0	0.00	0.00	0.00	0.00	82.29	0.00004
21	22	0	0.00					
22	21	0	0.00	0.00	0.00	0.00	80.16	0.00012
22	23	0	0.00					
23	22	0	0.00	0.00	0.00	0.00	78.74	-0.00017
24	20	0	-0.01	0.00	0.00	0.00	82.29	0.00014
24	25	0	0.01					
25	24	0	-0.01	0.00	0.00	0.00	82.29	-0.00458
25	26	0	0.00					
25	28	0	0.00					
26	25	0	0.00	0.00	0.00	0.00	80.16	-0.00093
26	27	0	0.00					
27	26	0	0.00	0.00	0.00	0.00	78.03	-0.00001
28	25	0	0.00	0.00	0.00	0.00	82.29	0.19189
28	29	0	0.20					
29	28	0	-0.20	0.00	0.00	0.00	80.16	-0.19536
29	30	0	0.00					
30	29	0	0.00	0.00	0.00	0.00	78.03	-0.00001
31	17	0	-289.93	0.00	0.00	0.00	79.44	0.01105
31	32	0	0.01					
31	38	0	289.93					
32	31	0	-0.01	0.00	0.00	0.00	80.15	0.01411
32	33	0	0.03					
33	32	0	-0.03	0.00	0.00	0.00	82.28	-0.00606
33	34	0	0.02					
34	33	0	-0.02	0.00	0.00	0.00	82.28	-0.00167
34	35	0	0.02					
35	34	0	-0.02	0.00	0.00	0.00	82.28	0.00146
35	36	0	0.02					
36	35	0	-0.02	0.00	0.00	0.00	80.15	1.16670
36	37	0	1.19					
37	36	0	-1.19	0.00	0.00	0.00	78.73	-1.18559

Fire Sprinkler Output Data

Overall Node Groupings Output Data (cont'd)

Pipe Segment Beg. Node	Pipe Segment End. Node	Pipe Type Group	Pipe Flow Rate (gpm)	Sprinkler Flow At Beg. Node (gpm)	Non-Sprinkler Flow Out (+) (gpm)	Non-Sprinkler Flow In (-) (gpm)	Beg. Node Residual Pressure (psi)	Imbalance Flow At Beg. Node (gpm)
296	292	0	-829.46	0.00	0.00	0.00	36.95	0.00001
296	295	0	-35.62					
296	300	0	865.07					
297	293	0	-680.51	0.00	0.00	0.00	36.75	-0.00003
297	301	0	631.48					
297	298	0	49.03					
298	297	0	-49.03	0.00	0.00	0.00	35.88	0.00000
298	299	0	49.03					
299	298	0	-49.03	0.00	0.00	0.00	35.10	0.00000
299	300	0	49.03					
300	296	0	-865.07	0.00	0.00	0.00	35.93	0.00001
300	299	0	-49.03					
300	304	0	914.11					
301	297	0	-631.48	0.00	0.00	0.00	36.18	-0.00002
301	305	0	420.90					
301	302	0	210.58					
302	301	0	-210.58	0.00	0.00	0.00	35.02	0.00000
302	313	0	210.58					
303	304	0	-308.28	0.00	0.00	0.00	33.33	0.00000
303	316	0	308.28					
304	300	0	-914.11	0.00	0.00	0.00	34.81	-0.00021
304	303	0	308.28					
304	308	0	605.83					
305	301	0	-420.90	0.00	0.00	0.00	35.92	0.00000
305	309	0	209.87					
305	306	0	211.03					
306	305	0	-211.03	0.00	0.00	0.00	34.75	0.00000
306	317	0	211.03					
307	308	0	-304.36	0.00	0.00	0.00	32.81	0.00000
307	320	0	304.36					
308	304	0	-605.83	0.00	0.00	0.00	34.28	-0.00019
308	307	0	304.36					
308	312	0	301.46					
309	305	0	-209.87	0.00	0.00	0.00	35.84	0.00000
309	310	0	209.87					
310	309	0	-209.87	0.00	0.00	0.00	34.68	0.00000
310	321	0	209.87					
311	312	0	-301.46	0.00	0.00	0.00	32.68	0.00000
311	324	0	301.46					
312	308	0	-301.46	0.00	0.00	0.00	34.13	0.00000
312	311	0	301.46					

Fire Sprinkler Output Data

Overall Node Groupings Output Data (cont'd)

Pipe Segment Beg. Node	End. Node	Pipe Type Group	Pipe Flow Rate (gpm)	Sprinkler Flow At Beg. Node (gpm)	Non-Sprinkler Flow Out (+) (gpm)	In (-) (gpm)	Beg. Node Residual Pressure (psi)	Imbalance Flow At Beg. Node (gpm)
313	302	0	-210.58	128.59	0.00	0.00	26.04	-0.01376
313	314	0	81.97					
314	313	0	-81.97	126.74	0.00	0.00	25.29	-0.01669
314	315	0	-44.78					
315	314	0	44.78	128.27	0.00	0.00	25.91	-0.01492
315	316	0	-173.07					
316	303	0	-308.28	135.21	0.00	0.00	28.79	0.00094
316	315	0	173.07					
317	306	0	-211.03	127.84	0.00	0.00	25.74	0.01187
317	318	0	83.20					
318	317	0	-83.20	126.00	0.00	0.00	25.00	0.08490
318	319	0	-42.71					
319	318	0	42.71	127.43	0.00	0.00	25.57	0.01199
319	320	0	-170.13					
320	307	0	-304.36	134.25	0.00	0.00	28.38	0.01517
320	319	0	170.13					
321	310	0	-209.87	127.86	0.00	0.00	25.75	0.00268
321	322	0	82.01					
322	321	0	-82.01	126.00	0.00	0.00	25.00	4.28021
322	323	0	-39.71					
323	322	0	39.71	127.45	0.00	0.00	25.58	-0.24601
323	324	0	-167.41					
324	311	0	-301.46	134.11	0.00	0.00	28.32	0.05165
324	323	0	167.41					
400	1	0	1799.53	0.00	0.00	-1799.53	80.25	

Fire Sprinkler Output Data

Overall Pipe Output Data

Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
1	0.00	1.60	0.00	80.24	10.00	0.00	0.00906	8.63	0.078
2	0.00	1.60	0.00	80.17	10.020	1799.53	-----	0.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	7.32	0	8.63	0.078
2	0.00	1.60	0.00	80.17	10.00	0.00	0.00906	26.90	0.443
3	0.00	1.60	0.00	79.72	10.020	1799.53	E	22.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	7.32	0	48.90	0.443
3	0.00	1.60	0.00	79.72	10.00	0.00	0.00099	5.09	0.059
4	0.00	1.64	0.00	79.65	10.020	543.60	TG	55.00	0.018
	SCHED 40 WET STEEL				120	2.21	0	60.08	0.077
147	0.00	1.60	0.00	78.85	10.00	1255.93	0.00466	182.32	0.872
3	0.00	1.60	0.00	79.72	10.020	1255.93	G	5.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	5.11	0	187.32	0.872
4	0.00	1.64	0.00	79.65	10.00	0.00	0.00031	139.60	0.059
5	0.00	1.64	0.00	79.59	10.020	289.93	T	50.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	1.18	0	189.60	0.059
4	0.00	1.64	0.00	79.65	8.00	0.00	0.00073	6.56	0.030
158	0.00	-4.90	0.00	82.45	7.981	253.66	T	35.00	-2.832
	SCHED 40 WET STEEL				120	1.63	0	41.56	-2.802
5	0.00	1.64	0.00	79.59	10.00	0.00	0.00031	32.48	0.017
6	0.00	1.64	0.00	79.57	10.020	289.93	E	22.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	1.18	0	54.48	0.017
6	0.00	1.64	0.00	79.57	10.00	0.00	0.00031	1.64	0.007
7	0.00	0.00	0.00	80.27	10.020	289.93	E	22.00	-0.710
	SCHED 40 WET STEEL				120	1.18	0	23.64	-0.703
7	0.00	0.00	0.00	80.27	10.00	0.00	0.00024	4.92	0.001
8	0.00	-4.92	0.00	82.40	9.728	289.93	-----	0.00	-2.131
	PVC, CLASS 200				150	1.25	0	4.92	-2.130
8	0.00	-4.92	0.00	82.40	10.00	0.00	0.00024	22.51	0.013
9	0.00	-4.92	0.00	82.39	9.728	289.93	E	32.20	0.000
	PVC, CLASS 200				150	1.25	0	54.71	0.013
9	0.00	-4.92	0.00	82.39	10.00	0.00	0.00024	54.56	0.020
10	0.00	-4.92	0.00	82.37	9.728	289.93	E	32.20	0.000
	PVC, CLASS 200				150	1.25	0	86.76	0.020
10	0.00	-4.92	0.00	82.37	6.00	0.00	0.00000	18.04	0.000
11	0.00	0.00	0.00	80.24	5.993	0.00	ET	66.40	2.131
	PVC, CLASS 200				150	0.00	0	84.44	2.131
10	0.00	-4.92	0.00	82.37	10.00	0.00	0.00024	14.27	0.003
13	0.00	-4.92	0.00	82.37	9.728	289.93	-----	0.00	0.000
	PVC, CLASS 200				150	1.25	0	14.27	0.003

Fire Sprinkler Output Data

Overall Pipe Output Data (cont'd)

Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
11	0.00	0.00	0.00	80.24	6.00	0.00	0.00000	3.28	0.000
12	0.00	3.28	0.00	78.82	6.065	0.00	-----	0.00	1.421
	SCHED 40 WET STEEL				120	0.00	0	3.28	1.421
13	0.00	-4.92	0.00	82.37	10.00	0.00	0.00024	27.49	0.014
14	0.00	-4.92	0.00	82.35	9.728	289.93	E	32.20	0.000
	PVC, CLASS 200				150	1.25	0	59.69	0.014
14	0.00	-4.92	0.00	82.35	10.00	0.00	0.00024	4.92	0.009
15	0.00	0.00	0.00	80.21	9.728	289.93	E	32.20	2.131
	PVC, CLASS 200				150	1.25	0	37.12	2.140
15	0.00	0.00	0.00	80.21	10.00	0.00	0.00031	1.64	0.001
16	0.00	1.64	0.00	79.50	10.020	289.93	-----	0.00	0.710
	SCHED 40 WET STEEL				120	1.18	0	1.64	0.711
16	0.00	1.64	0.00	79.50	10.00	0.00	0.00031	150.46	0.053
17	0.00	1.64	0.00	79.45	10.020	289.93	E	22.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	1.18	0	172.46	0.053
17	0.00	1.64	0.00	79.45	10.00	0.00	0.00000	1.64	0.000
18	0.00	0.00	0.00	80.16	10.020	0.02	T	50.00	-0.710
	SCHED 40 WET STEEL				120	0.00	0	51.64	-0.710
17	0.00	1.64	0.00	79.45	10.00	0.00	0.00031	18.18	0.006
31	0.00	1.64	0.00	79.44	10.020	289.93	-----	0.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	1.18	0	18.18	0.006
18	0.00	0.00	0.00	80.16	10.00	0.00	0.00000	4.92	0.000
19	0.00	-4.92	0.00	82.29	9.728	0.02	-----	0.00	-2.131
	PVC, CLASS 200				150	0.00	0	4.92	-2.131
19	0.00	-4.92	0.00	82.29	4.00	0.00	0.00000	77.56	0.000
20	0.00	-4.92	0.00	82.29	4.072	0.02	E	15.10	0.000
	PVC, CLASS 200				150	0.00	0	92.66	0.000
20	0.00	-4.92	0.00	82.29	4.00	0.00	0.00000	73.82	0.000
21	0.00	-4.92	0.00	82.29	4.072	0.00	T	30.20	0.000
	PVC, CLASS 200				150	0.00	0	104.02	0.000
20	0.00	-4.92	0.00	82.29	4.00	0.00	0.00000	73.95	0.000
24	0.00	-4.92	0.00	82.29	4.072	0.01	-----	0.00	0.000
	PVC, CLASS 200				150	0.00	0	73.95	0.000
21	0.00	-4.92	0.00	82.29	4.00	0.00	0.00000	4.92	0.000
22	0.00	0.00	0.00	80.16	4.072	0.00	E	15.10	2.131
	PVC, CLASS 200				150	0.00	0	20.02	2.131
22	0.00	0.00	0.00	80.16	2.50	0.00	0.00000	3.28	0.000
23	0.00	3.28	0.00	78.74	2.469	0.00	-----	0.00	1.421
	SCHED 40 WET STEEL				120	0.00	0	3.28	1.421

Fire Sprinkler Output Data

Overall Pipe Output Data (cont'd)

Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
296	0.00	24.93	0.00	36.95	6.00	865.07	0.02693	7.87	1.020
300	0.00	24.93	0.00	35.93	6.065	865.07	T	30.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	9.61	0	37.87	1.020
297	0.00	24.93	0.00	36.75	6.00	0.00	0.01504	7.87	0.570
301	0.00	24.93	0.00	36.18	6.065	631.48	T	30.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	7.01	0	37.87	0.570
297	0.00	24.93	0.00	36.75	2.50	0.00	0.01059	1.97	0.021
298	0.00	26.90	0.00	35.88	2.469	49.03	-----	0.00	0.851
	SCHED 40 WET STEEL				120	3.29	0	1.97	0.872
298	0.00	26.90	0.00	35.88	2.50	0.00	0.01059	49.44	0.777
299	0.00	26.90	0.00	35.10	2.469	49.03	4E	24.00	0.001
	SCHED 40 WET STEEL				120	3.29	0	73.44	0.779
300	0.00	24.93	0.00	35.93	2.50	49.03	0.01059	1.97	0.021
299	0.00	26.90	0.00	35.10	2.469	49.03	-----	0.00	-0.852
	SCHED 40 WET STEEL				120	3.29	0	1.97	-0.832
300	0.00	24.93	0.00	35.93	6.00	0.00	0.02982	7.87	1.129
304	0.00	24.93	0.00	34.81	6.065	914.11	T	30.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	10.15	0	37.87	1.129
301	0.00	24.93	0.00	36.18	6.00	0.00	0.00710	7.87	0.269
305	0.00	24.93	0.00	35.92	6.065	420.90	T	30.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	4.67	0	37.87	0.269
301	0.00	24.93	0.00	36.18	2.50	0.00	0.15693	1.97	0.309
302	0.00	26.90	0.00	35.02	2.469	210.58	-----	0.00	0.852
	SCHED 40 WET STEEL				120	14.11	0	1.97	1.161
302	0.00	26.90	0.00	35.02	2.50	128.59	0.15693	20.01	7.849
313	25.20	29.53	128.59	26.04	2.469	210.58	E2T	30.00	1.136
	SCHED 40 WET STEEL				120	14.11	0	50.01	8.985
316	25.20	27.23	135.21	28.79	2.50	135.21	0.31767	1.84	4.396
303	0.00	26.90	0.00	33.33	2.469	308.28	T	12.00	0.142
	SCHED 40 WET STEEL				120	20.66	0	13.84	4.538
304	0.00	24.93	0.00	34.81	2.50	0.00	0.31767	1.97	0.625
303	0.00	26.90	0.00	33.33	2.469	308.28	-----	0.00	0.852
	SCHED 40 WET STEEL				120	20.66	0	1.97	1.478
304	0.00	24.93	0.00	34.81	6.00	0.00	0.01393	7.87	0.528
308	0.00	24.93	0.00	34.28	6.065	605.83	T	30.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	6.73	0	37.87	0.528
305	0.00	24.93	0.00	35.92	6.00	0.00	0.00196	7.87	0.074
309	0.00	24.93	0.00	35.84	6.065	209.87	T	30.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	2.33	0	37.87	0.074

Fire Sprinkler Output Data

Overall Pipe Output Data (cont'd)

Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
305	0.00	24.93	0.00	35.92	2.50	0.00	0.15756	1.97	0.310
306	0.00	26.90	0.00	34.75	2.469	211.03	-----	0.00	0.852
	SCHED 40 WET STEEL				120	14.14	0	1.97	1.163
306	0.00	26.90	0.00	34.75	2.50	127.84	0.15756	20.01	7.880
317	25.20	29.53	127.84	25.74	2.469	211.03	E2T	30.00	1.136
	SCHED 40 WET STEEL				120	14.14	0	50.01	9.016
320	25.20	27.23	134.25	28.38	2.50	134.25	0.31024	1.84	4.293
307	0.00	26.90	0.00	32.81	2.469	304.36	T	12.00	0.142
	SCHED 40 WET STEEL				120	20.40	0	13.84	4.435
308	0.00	24.93	0.00	34.28	2.50	0.00	0.31024	1.97	0.611
307	0.00	26.90	0.00	32.81	2.469	304.36	-----	0.00	0.852
	SCHED 40 WET STEEL				120	20.40	0	1.97	1.463
308	0.00	24.93	0.00	34.28	6.00	0.00	0.00383	7.87	0.145
312	0.00	24.93	0.00	34.13	6.065	301.46	T	30.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	3.35	0	37.87	0.145
309	0.00	24.93	0.00	35.84	2.50	0.00	0.15596	1.97	0.307
310	0.00	26.90	0.00	34.68	2.469	209.87	-----	0.00	0.852
	SCHED 40 WET STEEL				120	14.06	0	1.97	1.159
310	0.00	26.90	0.00	34.68	2.50	127.86	0.15596	20.01	7.800
321	25.20	29.53	127.86	25.75	2.469	209.87	E2T	30.00	1.136
	SCHED 40 WET STEEL				120	14.06	0	50.01	8.936
324	25.20	27.23	134.11	28.32	2.50	134.11	0.30479	1.84	4.217
311	0.00	26.90	0.00	32.68	2.469	301.46	T	12.00	0.142
	SCHED 40 WET STEEL				120	20.20	0	13.84	4.359
312	0.00	24.93	0.00	34.13	2.50	0.00	0.30479	1.97	0.600
311	0.00	26.90	0.00	32.68	2.469	301.46	-----	0.00	0.852
	SCHED 40 WET STEEL				120	20.20	0	1.97	1.452
313	25.20	29.53	128.59	26.04	2.50	81.97	0.02739	9.19	0.745
314	25.20	29.53	126.74	25.29	2.469	81.97	ET	18.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	5.49	0	27.19	0.745
314	25.20	29.53	126.74	25.29	2.50	44.78	0.00895	9.19	0.190
315	25.20	28.54	128.27	25.91	2.469	44.78	T	12.00	0.426
	SCHED 40 WET STEEL				120	3.00	0	21.19	0.616
315	25.20	28.54	128.27	25.91	2.50	128.27	0.10916	9.19	2.313
316	25.20	27.23	135.21	28.79	2.469	173.07	T	12.00	0.568
	SCHED 40 WET STEEL				120	11.60	0	21.19	2.881
317	25.20	29.53	127.84	25.74	2.50	83.20	0.02709	9.19	0.736
318	25.20	29.53	126.00	25.00	2.469	83.20	ET	18.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	5.58	0	27.19	0.736

Fire Sprinkler Output Data

Overall Pipe Output Data (cont'd)

Beg. End. Node	Nodal KFactor (K)	Elevation (feet)	Spk/Hose Discharge (gpm)	Residual Pressure (psi)	Nom. Dia. Inside Dia. C-Value	q (gpm) Q (gpm) Velocity (fps)	F. L./ft (psi/ft) Fittings Type-Grp	Pipe-Len. Fit-Len. Tot-Len. (ft)	PF-(psi) PE-(psi) PT-(psi)
318	25.20	29.53	126.00	25.00	2.50	42.71	0.00683	9.19	0.145
319	25.20	28.54	127.43	25.57	2.469	42.71	T	12.00	0.426
	SCHED 40 WET STEEL				120	2.86	0	21.19	0.571
319	25.20	28.54	127.43	25.57	2.50	127.43	0.10576	9.19	2.241
320	25.20	27.23	134.25	28.38	2.469	170.13	T	12.00	0.568
	SCHED 40 WET STEEL				120	11.40	0	21.19	2.809
321	25.20	29.53	127.86	25.75	2.50	82.01	0.02741	9.19	0.745
322	25.20	29.53	126.00	25.00	2.469	82.01	ET	18.00	0.000
	SCHED 40 WET STEEL				120	5.50	0	27.19	0.745
322	25.20	29.53	126.00	25.00	2.50	39.71	0.00717	9.19	0.152
323	25.20	28.54	127.45	25.58	2.469	39.71	T	12.00	0.426
	SCHED 40 WET STEEL				120	2.66	0	21.19	0.578
323	25.20	28.54	127.45	25.58	2.50	127.45	0.10265	9.19	2.175
324	25.20	27.23	134.11	28.32	2.469	167.41	T	12.00	0.568
	SCHED 40 WET STEEL				120	11.22	0	21.19	2.743
1	Fire Pump,	1.60		80.24		1799.53			
400	Boost Ignored	1.60		80.24					

Fire Sprinkler Output Data

Overall Sprinkler Output Data

Flowing Sprinkler Node No.	Area Group Code	Sprinkler KFactor (K)	Sprinkler Elevation (feet)	Residual Pressure (psi)	Flowing Area (ft²)	Flowing Density (gpm/ft²)	Sprinkler Discharge (gpm)
313		25.20	29.53	26.04	100.00	1.286	128.59
Sub Totals For Non-Group					100.00	1.286	128.59
314		25.20	29.53	25.29	100.00	1.267	126.74
Sub Totals For Non-Group					100.00	1.267	126.74
315		25.20	28.54	25.91	100.00	1.283	128.27
Sub Totals For Non-Group					100.00	1.283	128.27
316		25.20	27.23	28.79	100.00	1.352	135.21
Sub Totals For Non-Group					100.00	1.352	135.21
317		25.20	29.53	25.74	100.00	1.278	127.84
Sub Totals For Non-Group					100.00	1.278	127.84
318		25.20	29.53	25.00	100.00	1.260	126.00
Sub Totals For Non-Group					100.00	1.260	126.00
319		25.20	28.54	25.57	100.00	1.274	127.43
Sub Totals For Non-Group					100.00	1.274	127.43
320		25.20	27.23	28.38	100.00	1.342	134.25
Sub Totals For Non-Group					100.00	1.342	134.25
321		25.20	29.53	25.75	100.00	1.279	127.86
Sub Totals For Non-Group					100.00	1.279	127.86
322		25.20	29.53	25.00	100.00	1.260	126.00
Sub Totals For Non-Group					100.00	1.260	126.00
323		25.20	28.54	25.58	100.00	1.274	127.45
Sub Totals For Non-Group					100.00	1.274	127.45
324		25.20	27.23	28.32	100.00	1.341	134.11
Sub Totals For Non-Group					100.00	1.341	134.11
Totals For All Groups					1200.00	1.291	1549.75

Fire Sprinkler Output Summary

Hydraulically Most Demanding Sprinkler Node

HMD Sprinkler Node Number:	318	
HMD Actual Residual Pressure:	25.00	psi
HMD Actual Flow:	126.00	gpm

Sprinkler Summary

Sprinkler System Type:	Wet	
Specified Area Of Application:	1061.00	ft²
Minimum Desired Density:	0.000	gpm/ft²
Application Average Density:	1.461	gpm/ft²
Application Average Area Per Sprinkler:	88.42	ft²
Sprinkler Flow:	1549.75	gpm
Average Sprinkler Flow:	129.15	gpm

Flow Velocity And Imbalance Summary

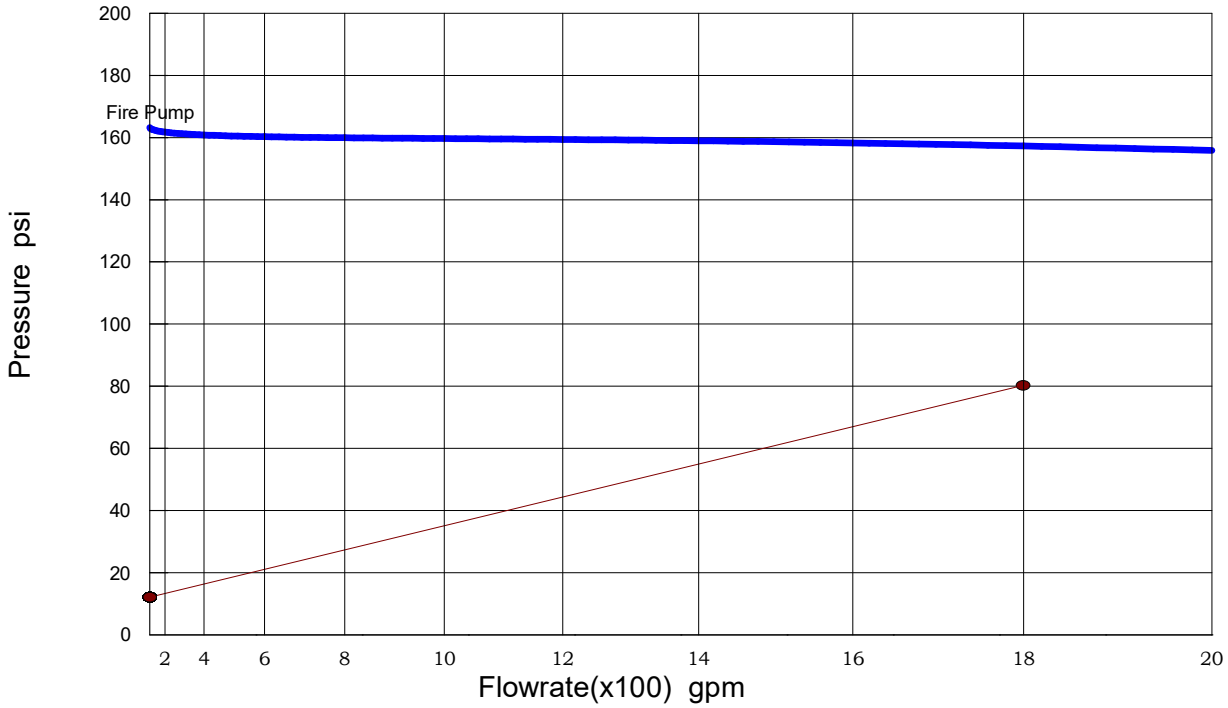
Maximum Flow Velocity (In Pipe 303 - 316)	20.66	ft/sec
Maximum Velocity Pressure (In Pipe 303 - 316)	2.87	psi
Allowable Maximum Nodal Pressure Imbalance:	0.1000	psi
Actual Maximum Nodal Pressure Imbalance:	0.0349	psi
Actual Average Nodal Pressure Imbalance:	0.0259	psi
Actual Maximum Nodal Flow Imbalance:	4.2802	gpm
Actual Average Nodal Flow Imbalance:	0.0767	gpm

Overall Network Summary

Number Of Unique Pipe Sections:	344	
Number Of Flowing Sprinklers:	12	
Pipe System Water Volume:	14443.48	gal
Sprinkler Flow:	1549.75	gpm
Non-Sprinkler Flow:	250.00	gpm
Minimum Required Residual Pressure At System Inflow Node:	80.24	psi
Demand Flow At System Inflow Node:	1799.53	gpm

Fire Sprinkler Output Data

Hydraulic Supply/Demand Graph



Pump Curve Data (FORSAC)

Flow (gpm) 1:	0.00	Pressure (psi) 1:	163.20
Flow (gpm) 2:	1065.20	Pressure (psi) 2:	159.60
Flow (gpm) 3:	2500.00	Pressure (psi) 3:	150.00
Flow (gpm) 4:	3195.70	Pressure (psi) 4:	135.30
Flow (gpm) 5:	3728.90	Pressure (psi) 5:	118.30

Demand Curve Data

Calculated Residual Pressure: 80.24 psi
Calculated Flow Rate: 1799.53 gpm
Pressure Required For First Sprinkler Downstream From Inflow Node To Flow: 12.09 psi

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	GABINETE CONTRA INCENDIO CLASE III
	HIDRANTE DE 750 GPM
CAR	CASETA DE ATAQUE RÁPIDO (CAR)
	VÁLVULA NRS CON POSTE INDICADOR EN CAJA DE CONCRETO
	VÁLVULA DE COMPUERTA TIPO OS&Y – BRIDADA
	VÁLVULA CHECK RANURADA
	CONEXIÓN DE BOMBEROS
	DADO DE CONCRETO
	TUBERIA DE ACERO AL CARBONO ASTM-A53 SCH.40
	TUBERIA EXISTENTE DE ACERO AL CARBONO ASTM-A53 SCH.40
	TUBERIA EXISTENTE HDPE CLASE 200

HDPE ø10"
HDPE ø6"
HDPE ø4"
CAJA PARA CONEXIÓN CON RED EXISTENTE DE 1.50x1.50 METROS
SIST. ROCIADORES ø6" A A.M.P. ZONA2
SIST. ROCIADORES ø6" SECADO ZONA2
SIST. ROCIADORES ø6" SECADO ZONA2
SIST. ROCIADORES EN PAREDES EXTERNAS SECADO
SIST. ROCIADORES ø6" A A.M.P. ZONA1
SIST. ROCIADORES EN PAREDES EXTERNAS PRODUCTOS TERMINADOS
GCI EXISTENTE
SIST. ROCIADORES EN PAREDES EXTERNAS PRODUCTOS TERMINADOS
SIST. DILUVIO TOBERAS PAREDES EXTERNAS PRODUCTOS TERMINADOS
SUBE TUBERIA ø2½" A SIST. ROCIADORES EN TRANSFORMADOR
SUBE TUBERIA SCH40 ø2½" SIST. ROCIADORES A VESTIDORES
SUBE A ROCIADORES
SUBE TUBERIA SCH40 ø3" SIST. ROCIADORES OFICINAS
VALVULA SIAMESA ø6"x(4-ø2.1/2")
CHORRO MAESTRO (MONITOR) 500GPM@100PSI@40m.
SUBE TUBERIA ADHESIVOS DE SCH 40 ø2.1/2"
SIST. DILUVIO PAREDES EXTERNAS PRODUCCIÓN
SIST. ROCIADORES EN PAREDES EXTERNAS PRODUCCIÓN
SIST. ROCIADORES ø6" PRODUCCIÓN ZONA1
SIST. ROCIADORES ø6" PRODUCCIÓN ZONA2
SIST. ROCIADORES ø6" ZONA DE MAQUINAS
SIST. ROCIADORES EN PAREDES EXTERNAS PRODUCCIÓN
HDPE C-200 ø10"
SISTEMA DE ROCIADORES ø6" EN ALMACÉN DE TINTAS
JUNTA ANTISISMICA
SIST. DE ROCIADORES ø6" EN AMPLIACIÓN DEL AREA DE PRODUCCIÓN
SIST. DILUVIO PAREDES EXTERNAS SECADO
SIST. ROCIADORES ø6" NUEVA AREA DE SECADO
MONTANTE PARA ROCIADORES ø6"
GCI CLASE III
GCI EXISTENTE
CAJA PARA CONEXIÓN CON RED EXISTENTE DE 1.50x1.50 METROS

PATIO - ALMACEN
ZONA DE RECORTE
CISTERNA DE AGUA
CUARTO DE BOMBA CISTERNA INCENDIO
CÁMARA DE SECADO
ZONA DE PRENSA
ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS
JARDIN
ESTACIONAMIENTOS
CASETA DE CONTROL
CISTERNA
DEPOSITO
OFICINAS ADMINISTRATIVAS
PATIO ALMACEN
ZONA DE MAQUINAS
PRE- IMPRESORA N.02
PRE- IMPRESORA N.01
ZONA DE DESCARGA
AREA DE PRODUCCION N°1
AREA DE PRODUCCION N°2
AREA DE PRODUCCION N°3
AREA DE PRODUCCION N°4
AREA DE PRODUCCION N°5
AREA DE PRODUCCION N°6
NAVE DE PRODUCCION
EQUIPOS DE SECADO
AREA DE SECADO
PATIO DE PRODUCCION
1
2
3
4
5

SISTEMA DE EXTINCIÓN POR AGUA
RED GENERAL Y RED DE GABINETES
Esc.: 1/250

ESCALA MÉTRICA 1/100

NOTAS
1. Las dimensiones de las tuberías están en metros (m) y los diámetros en pulgadas (").
2. Todas conexiones para prueba/purga deberán ser llevadas hacia un drenaje

NOTAS

REFERENCIAS

No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA
A – 001	PLANTA GENERAL PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

REVISIONES

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROY.	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO
1	EMITIDO PARA REVISIÓN Y COMENTARIOS DEL CLIENTE	10/08/17	L.M.	P.I.	A.G.	E.G.
0	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	07/08/17	L.M.	P.I.	A.G.	E.G.

ARNISA

	NOMBRE	FECHA
DIBUJADO POR:	L. MAMANI	10/08/17
DISEÑADO POR:	P. INCA	10/08/17
REVISADO POR:	A. GUZMAN	10/08/17
APROBADO POR:	E. GARCIA	10/08/17
ESCALA: 1/250	INDICADA	
N° PLANO:	ACI - 01	

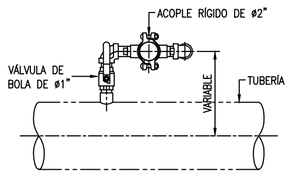
FORSAC PERÚ

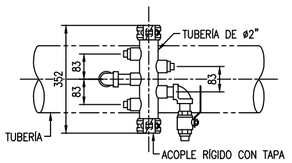
PROYECTO: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

PLANO: SISTEMA DE EXTINCIÓN POR AGUA
RED GENERAL Y RED DE GABINETES

N° PLANO CLIENTE: ACI - 01 | HOJA: 01 DE 13 | REV.: 1 | FORMATO: A0

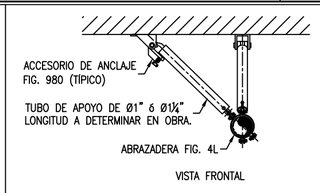
CONFIDENCIAL ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD EXCLUSIVA DE ARNISA, SU USO Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN PREVIA, ESTÁN PROHIBIDOS.





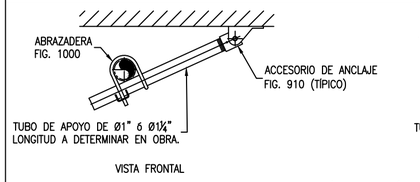
DETALLE DE MONITOR DE CORROSIÓN

DETALLE 01 — Esc.: S/E



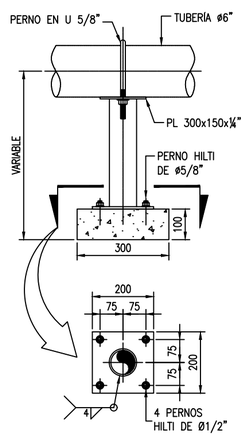
SOPORTE ANTISÍSMICO DE 4 VÍAS

DETALLE 15 — Esc.: S/E



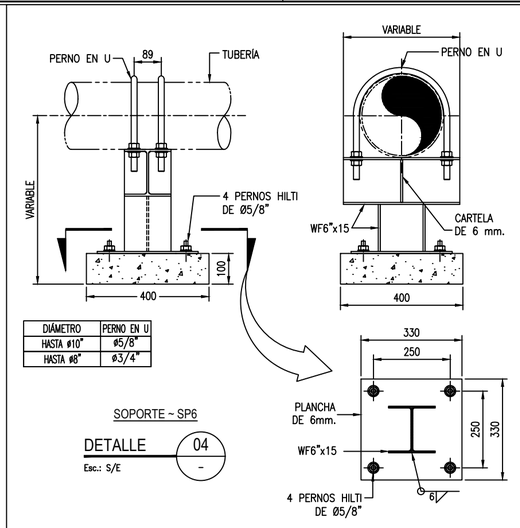
SOPORTE ANTISÍSMICO DE 2 VÍAS

DETALLE 02 — Esc.: S/E



SOPORTE ~ SP5

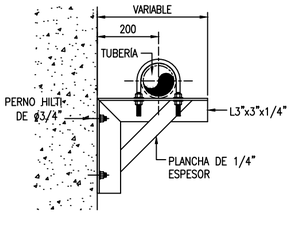
DETALLE 03 — Esc.: S/E



DIÁMETRO	PERNO EN U
HASTA ø10"	ø5/8"
HASTA ø8"	ø3/4"

SOPORTE ~ SP6

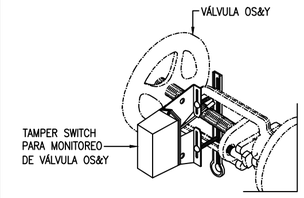
DETALLE 04 — Esc.: S/E



DIÁMETRO	PERNO EN U
HASTA ø1"	ø1/4"
DE ø1.1/4" A ø2"	ø3/8"
DE ø2.1/2" A ø4"	ø1/2"
DE ø6" A ø8"	ø5/8"
ø10"	ø3/4"

SOPORTE ~ SP7

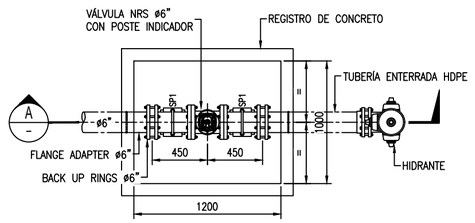
DETALLE 05 — Esc.: S/E



DISPOSITIVO DE MONITOREO PARA VÁLVULA OS&Y

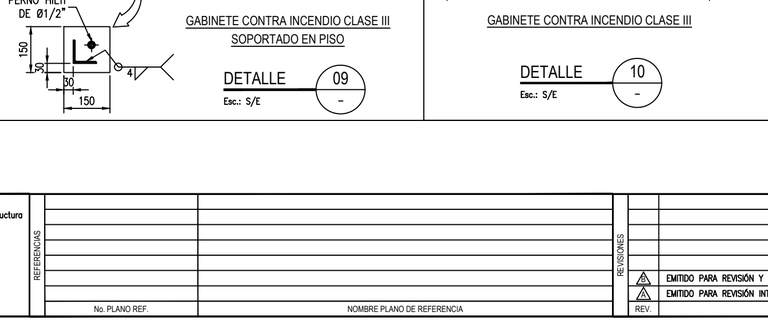
DETALLE 06 — Esc.: S/E

SECCIÓN C — ESC.: 1/25



DETALLE TÍPICO DE HIDRANTE

DETALLE 07 — Esc.: S/E



SECCIÓN TÍPICA TUBERÍA RED DE INCENDIO ENTERRADA

DETALLE 08 — Esc.: S/E

GABINETE CONTRA INCENDIO CLASE III SOPORTADO EN PISO

DETALLE 09 — Esc.: S/E

GABINETE CONTRA INCENDIO CLASE III

DETALLE 10 — Esc.: S/E

DIÁMETRO	L1	L2	L3	L4
4"	155	235	110	420
6"	230	350	160	630
8"	310	470	215	840
10"	390	590	270	1050

BLOQUE DE EMPUJE TÍPICO - CODO 90° HDPE ENTERRADA

DETALLE 11 — Esc.: S/E

DIÁMETRO	L1	L2	L3	L4
4"	130	170	110	420
6"	190	250	160	630
8"	255	335	215	840
10"	320	415	270	1050

BLOQUE DE EMPUJE TÍPICO - TEE HDPE ENTERRADA

DETALLE 12 — Esc.: S/E

DIÁMETRO	L1	L2	L3	L4
4"	155	210	110	420
6"	230	310	160	630
8"	310	420	215	840
10"	390	520	270	1050

BLOQUE DE EMPUJE TÍPICO - CODO 45° HDPE ENTERRADA

DETALLE 13 — Esc.: S/E



DIÁMETRO DEL TUBO	DIÁMETRO DEL LA VARILLA
ø1" – ø4"	ø3/8"
ø6" – ø10"	ø1/2"

COLGADOR TIPO GOTA

DETALLE 14 — Esc.: S/E

VÁLVULA DE SECTORIZACIÓN

DETALLE 15 — Esc.: S/E

INSTALACIÓN TÍPICA DE ROCIADOR PENDENT

DETALLE 16 — Esc.: S/E

INSTALACIÓN TÍPICA DE ROCIADOR UP-RIGTH

DETALLE 17 — Esc.: S/E

ESCALA MÉTRICA

NOTAS

1. Todas las cotas están en milímetros (mm) y los diámetros en pulgadas (").
2. Para los antisísmicos de 2 vías y 4 vías, los colgadores considerar los accesorios necesarios para ser instalados sobre la estructura de los techos.

REFERENCIAS

No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA

REVISIONES

REV.	DESCRIPCIÓN	FECHA	PROY.	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO
1	EMITIDO PARA REVISIÓN Y COMENTARIOS DEL CLIENTE	10/08/17	L.M.	P.I.	A.G.	E.G.
2	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	07/08/17	L.M.	P.I.	A.G.	E.G.

ARNISA INGENIERÍA QUE PROTEGE

	NOMBRE	FECHA
DIBUJADO POR:	L. MAMANI	10/08/17
DISEÑADO POR:	P. INCA	10/08/17
REVISADO POR:	A. GUZMAN	10/08/17
APROBADO POR:	E. GARCIA	10/08/17
ESCALA:		
N° PLANO:	ACI - 13	

FORSAC PERÚ

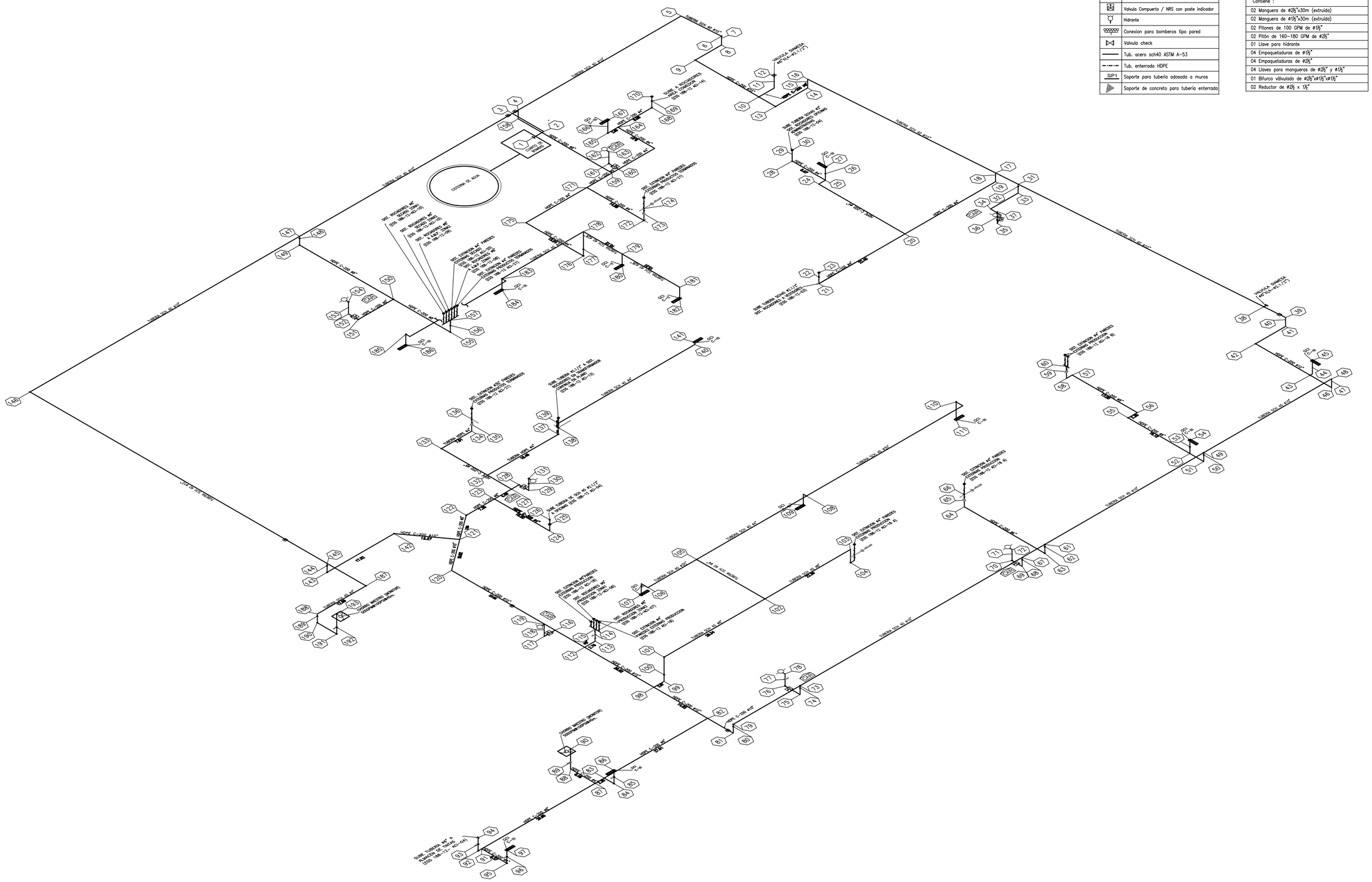
PROYECTO: PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

PLANO: SISTEMA DE EXTINCIÓN POR AGUA
DETALLES GENERALES

N° PLANO CLIENTE: ACI - 13 — HOJA: 13 DE 18 — REV. 2

FORMATO: A1

CONFIDENCIAL: ESTE PLANO Y LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD EXCLUSIVA DE ARNISA, SU USO Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN PREVIA, ESTÁN PROHIBIDOS.


CISTERNA DE AGUA
TUBERIA SCH 40 ASTM A53
VALVULA SUMERGA 4PG F/A-4PG F/C
SUMINISTRO DE AGUA
SUMINISTRO DE AGUA PRESURIZADO
SUMINISTRO DE AGUA PRESURIZADO
SUMINISTRO DE AGUA PRESURIZADO

SIST. ROCIADORES ø8" A A.M.P. ZONA2 (ESS 188-12-09)

SIST. ROCIADORES ø6" SECADO ZONA2 (ESS 188-12-ACI-10)

SIST. ROCIADORES ø6" SECADO ZONA1 (ESS 188-12-ACI-10)

SIST. EXTINCION ø4" PAREDES EXTERNAS SECADO (ESS 188-12 ACI-20)

SIST. ROCIADORES ø8" A A.M.P. ZONA1 (ESS 188-12-08)

SIST. EXTINCIÓN ø4" PAREDES EXTERNAS PRODUCTOS TERMINADOS (ESS 188-12 ACI-20)

CAMARA DE SECADO

ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS

B
ACI-25

LLEGA LINEA DE ALIMENTACION ø2.1/2" (ESS 188-12 ACI-02)

SUBE TUBERÍA ø2" A SEGUNDO NIVEL

LLEGA LINEA DE ALIMENTACIÓN ø 2.1/2" (ESS 188-12- ACI-02)

2do PISO: S.S.H.H. - VESTIDORES

LLEGA TUBERÍA ø2" A SEGUNDO NIVEL

JARDIN

SEGUNDO PISO SS.HH. VESTIDORES

CAMARA DE SECADO-ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS

LEYENDA

ESFR	Rociador hacia abajo K=25.2 ESFR
	Rociador hacia arriba, respuesta estandar K=5.6
	Rociador hacia abajo, respuesta estandar K=5.6
K11.2	Rociador hacia arriba, respuesta estandar K=11.2
	Valvula mariposa
	Valvula check
	Detector de flujo
	Valvula de bola
	Manometro y valvula de tres vias
	Soporte antisismico de 4 vias
S1	Soporte Adosado a Muro
	Colgador tipo gota
	Tub. acero sch40 ASTM A-53

ensol
ENGINEERING SOLUTIONS
Jr. Cosme Bueno #170
Urb. San José
Bellavista - Callao

Propietario:
FORSAC

Proyecto:
DESARROLLO DE INGENIERIA SISTEMA CONTRA INCENDIO PLANTA INDUSTRIAL FORSAC PERU

Diseñado por:	ENSOL
Revisado por:	ENSOL
Aprobado por:	

Plano LLave

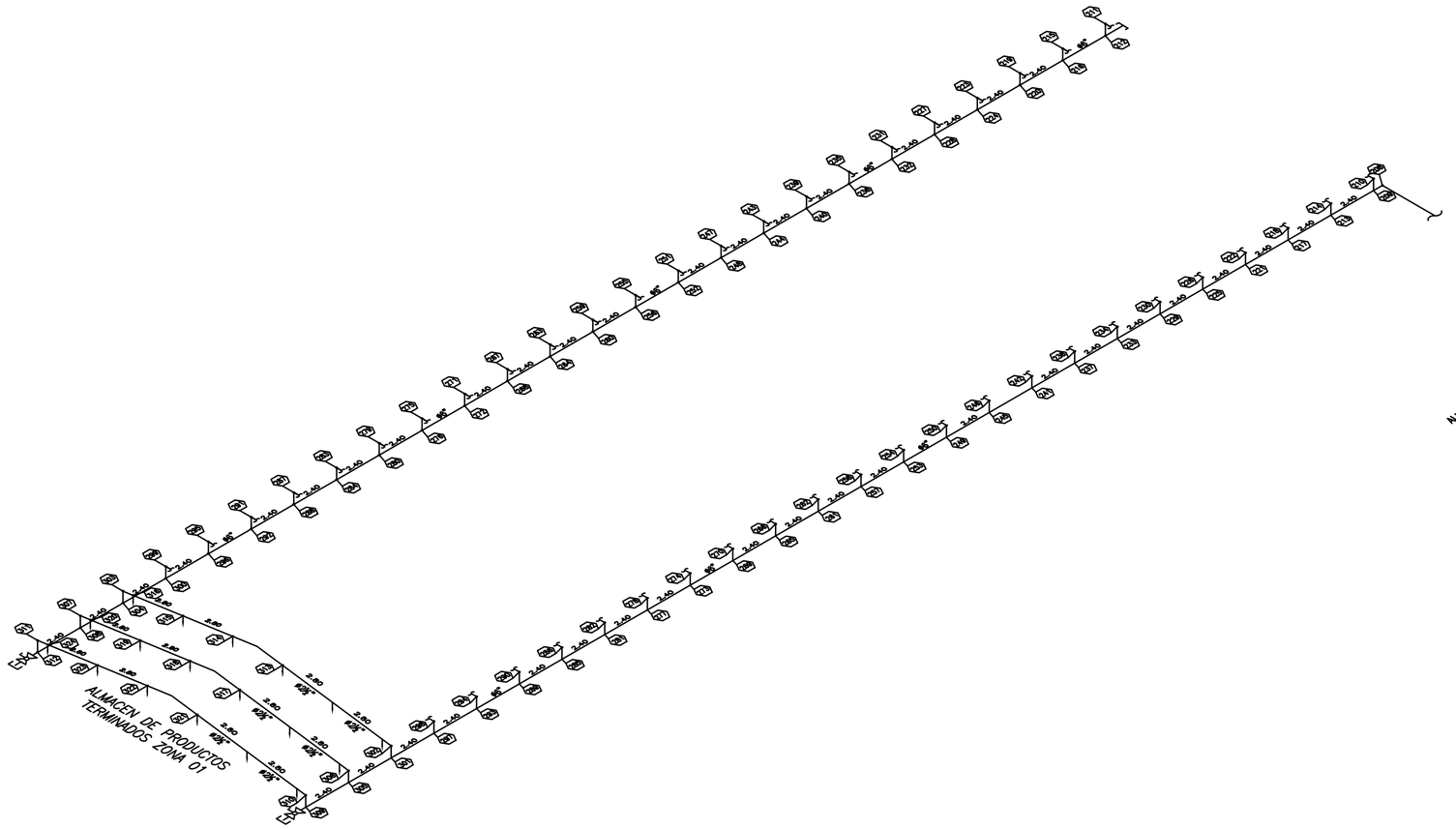
A	Para revision	05/08/15
Nº:	Revisión:	Fecha:

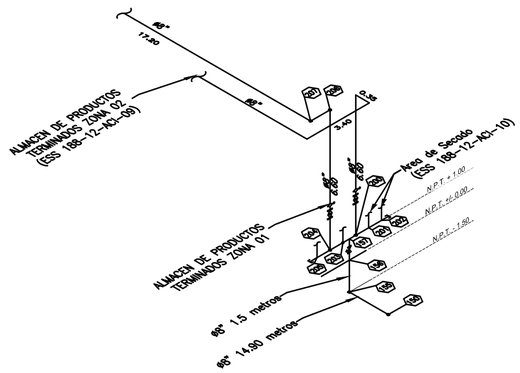
Título:
SISTEMA CONTRA INCENDIO CAMARA DE SECADO Y ALMACEN DE PROD.TERMINADOS

Fecha: 05/08/15	Escala: 1/125
Proyecto Nº: ESS 188-12 ACI 03	

ENGINEERING SOLUTIONS S.A.C.
Prohibida la copia parcial o total de este documento sin la aprobación de ENSOL SAC (A1)

CALCULO HIDRAULICO ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS ZONA # 01
FECHA: 05 DE AGOSTO DEL 2015
DATOS DE DISEÑO:
TIPO DE ROCIADOR EN TECHO: K=25.2 ESFR HACIA ABAJO NPT 1'' T= 165 °F, BRONCE.
COBERTURA DEL ROCIADOR: 100 ft²
PRESION MINIMA RESIDUAL :50 PSI
N° DE ROCIADORES CALCULADOS: 12
DEMANDA DE MANGUERA: 250 gpm
FLUJO DE AGUA REQUERIDO: 2467.36 gpm
PRESION REQUERIDA: 143.92 psi





ISOMETRICO ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS ZONA # 01

ensol
ENGINEERING SOLUTIONS
Jr. Cosme Bueno #170
Urb. San José
Bellavista - Callao

Propietario:
FORSAC

Proyecto:
DESARROLLO DE INGENIERIA
SISTEMA CONTRA INCENDIO
PLANTA INDUSTRIAL FORSAC PERU

Diseñado por: ENSOL
Revisado por: ENSOL
Aprobado por:

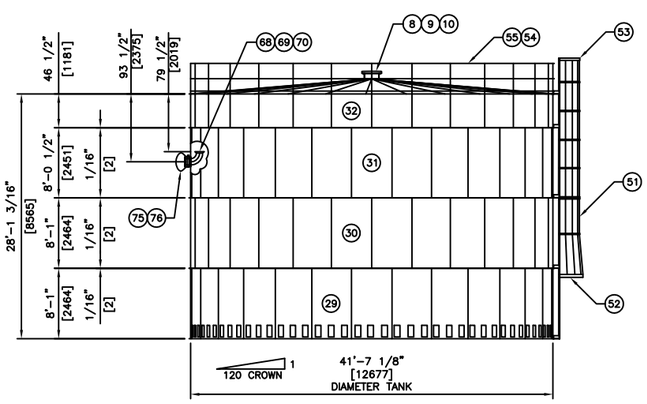
Plano LLave

Nº:	Revisión:	Fecha:
A	Para revisión	05/08/15

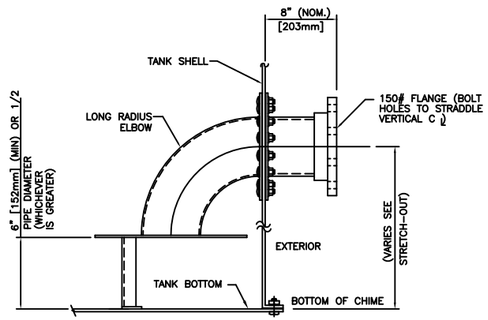
Título:
SISTEMA CONTRA INCENDIO
ISOMETRICO DE ALMACEN DE PRODUCTOS TERMINADOS

Fecha: 05/08/15
Escala: S/E
Proyecto Nº:
ESS 188-12 ACI 08

ENGINEERING SOLUTIONS S.A.C.
Prohibida la copia parcial o total de este documento sin la aprobación de ENSOL SAC (c)



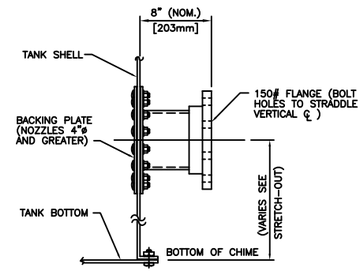
ELEVATION



NOZZLE ELEVATIONS ARE REFERENCED FROM THE BOTTOM OF CHIME. FOR TANKS WITH CONCRETE FOUNDATIONS THE DISTANCE FROM THE TOP OF CONCRETE TO THE BOTTOM OF CHIME IS 5/8" [16mm]±.

TYPICAL SUCTION NOZZLE INSTALLATION
(FOR 10"ø OR LESS)

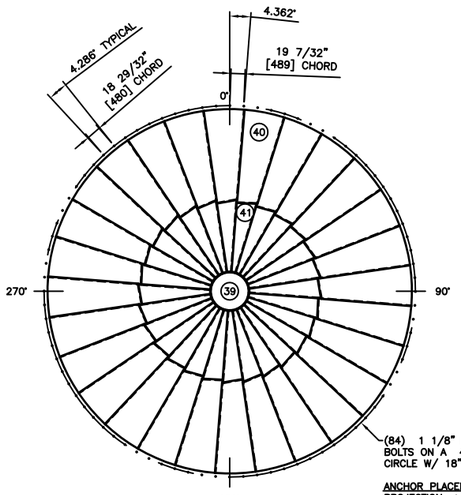
NOTE:
ALL NOZZLES ARE RADIAL UNLESS NOTED AS PARALLEL



NOZZLE ELEVATIONS ARE REFERENCED FROM THE BOTTOM OF CHIME. FOR TANKS WITH CONCRETE FOUNDATIONS THE DISTANCE FROM THE TOP OF CONCRETE TO THE BOTTOM OF CHIME IS 5/8" [16mm]±.

TYPICAL EXTERIOR NOZZLE INSTALLATION

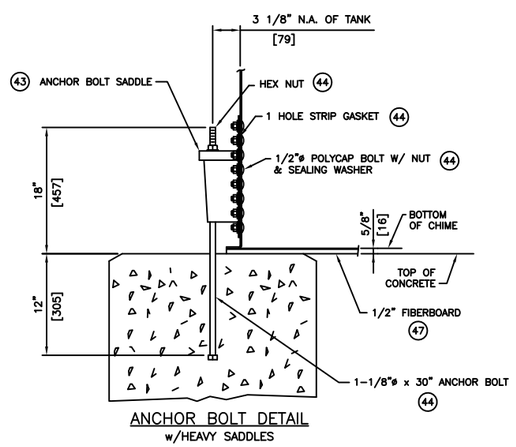
NOTE:
ALL NOZZLES ARE RADIAL UNLESS NOTED AS PARALLEL



BOTTOM PLAN
ANCHOR PLAN NOT TO SCALE

(84) 1 1/8" DIA. x 30" Lg ANCHOR BOLTS ON A 42'-1 3/8" [12837] BOLT CIRCLE W/ 18" PROJECTION

ANCHOR PLACEMENT TOLERANCES
PROJECTION: + OR – 1/4"
POSITIONING:
RADIAL: +1/4", –0"
CHORD: + OR – 1/8" (NON-ACCUMULATIVE)
PLUMBNESS: 3 DEGREES FROM VERTICAL



ANCHOR BOLT DETAIL
w/HEAVY SADDLES

ITEM	D/S	PART NO.	QTY	DESCRIPTION	PAINT
65	–	705T03000	1	3"ø HILLSIDE RF NOZZLE	E/ET
66	–	8704BPW025HW	2	3"ø SINGLE NOZZLE EPDM HARDWARE KIT	N
67	–	704T03000080	1	3"ø EXTERIOR RF NOZZLE	E/ET
68	–	320T08000	1	8"ø INTERIOR WEIR	E
69	–	704T08000080	1	8"ø EXTERIOR RF NOZZLE	E/ET
70	–	8714BPW100HW	2	8"–10"ø DOUBLE NOZZLE EPDM HARDWARE KIT	N
71	–	723T1042–158469A	1	10"ø INTERIOR ANTI–VORTEX X 24 1/2" C.L.	E
72	–	704T10000080	1	10"ø EXTERIOR RF NOZZLE	E/ET
73	–	705T10000	2	10"ø HILLSIDE RF NOZZLE	E/ET
74	–	8705BPW100HW	2	10"ø HILLSIDE NOZZLE EPDM HARDWARE KIT	N
75	–	795SCRN16X16–S	1	SCRN 1/2" MESH 16"X16" SQ. 316 S.S.	N
76	–	795S02010	1	HOSE CLAMP 2"–10" NAPA 705–1153	N
77	–	202T1242–158831A	1	12 GA DECK SHEET – OUTER W/ 3" HILLSIDE NOZZLE OPNG	E/ET
78	–	202T1242–158831B	2	12 GA DECK SHEET – OUTER W/ 10" HILLSIDE NOZZLE OPNG	E/ET
79	–		0		N
80	–		0		N
81	–	111T1042–158831A	1	10 GA X 58" SP STV X 96 1/2" W/8"ø NZL OPNG	E/ET
82	–	112T0442–158831B	1	7/32" X 60" DP STV X 97" W/3 STR PCH W/3"ø NZL OPNG	E/ET
83	–	112T0442–158831C	1	7/32" X 60" DP STV X 97" W/3 STR PCH W/10"ø SUCTION NZL OPNG	E/ET

FM
APPROVED

1. TANK DESIGNED IN ACCORDANCE WITH AWWA D103 & FM APPROVALS, 25 PSF LIVE DECK LOAD, 100 MPH WIND LOAD, AND SEISMIC ZONE FM 50 year . CAPACITY 215,000 GALLONS.
2. NOZZLE SIZE AND LOCATION PER CUSTOMER. ANY NOZZLE THAT IS CAPABLE OF DISCHARGING WHILE THE PUMP IS IN OPERATION MUST BE LOCATED 90' AWAY FROM THE SUCTION INLET.
3. TANK SHALL BE PAINTED IN ACCORDANCE WITH AWWA D103, SECTION 10.5.
4. TANK SHALL BE HYDROSTATICALLY TESTED PRIOR TO PLACING IN SERVICE.
5. ALL MATERIAL SHALL BE MIN. ASTM A1011 GRADE 40 EXCEPT AS LISTED BELOW

RAFTERS	ASTM A529
COLUMN	ASTM A500
ANGLES/FLATS/ROUNDS	ASTM A36

6. MATERIAL THICKNESS SHALL BE AS FOLLOWS:

		NOM.	MAT'L
DECK	12 GA	(0.1046)	40 KSI
BOTTOM	10 GA	(0.1345)	40 KSI
RING 4	12 GA	(0.1046)	40 KSI
RING 3	10 GA	(0.1345)	40 KSI
RING 2	3/16PL	(0.1875)	40 KSI
RING 1	7/32PL	(0.2190)	40 KSI

7. TANK SOIL BEARING PRESSURES DATA (BASED ON 28' HIGH TANK):

SHELL DEAD LOAD	282 LBS/FT CIRCUM
WATER	1346 PSF
SEISMIC OVERTURNING MOMENT	6976 FT/K
ANCHOR BOLT TENSILE LOAD (EQ)	5315 LBS
UPLIFT (EQ)	3.462 KIPS/FT
COLUMN	16.1 KIPS

8. FOUNDATION SHALL BE IN STRICT ACCORDANCE WITH AWWA D103. THE FOUNDATION DESIGN (BY CUSTOMER). INSTALLATION TO BE BY OTHERS UNLESS OTHERWISE SPECIFIED BY THE CUSTOMER DESIGN DRAWINGS AND CALCULATIONS SHALL BE SUBMITTED TO THE APPROPRIATE FM GLOBAL OPERATIONS OFFICE FOR REVIEW AND ACCEPTANCE.
9. MINIMUM FREE BOARD TO BE 79.5 ".
10. BOLTS: ULTIMATE TENSILE STRESS
a.) API SQUARE HEAD FU = 80,000 PSI
b.) ROUND HEAD GR 5 FU = 120,000 PSI
11. WATER LEVEL INDICATOR REQUIRED.
12. OUTSIDE LADDER REQUIRED.
13. OVERFLOW PIPE TO BE ONE PIPE SIZE LARGER THAN FILL LINE. DECK ROOF VENT DESIGN FOR 10" DIAMETER MAXIMUM SUCTION LINE.
14. ALL NOZZLES 4" DIAMETER AND UP TO HAVE 1/4" THICK BACK UP PLATE EQUAL IN DIAMETER OF NOZZLE MOUNTING FLANGE.
15. CONSIDERATION SHALL BE GIVEN TO A REINFORCED CONCRETE FOOTING REQUIRED UNDER THE CENTER COLUMN BASE FOR SUPPORT DEPENDING UPON THE EXISTING SOIL CONDITIONS AND ALLOWABLE SOIL BEARING PRESSURE. COLUMN BASE PRESSURE (INCLUDING TANK CONTENTS) IS 9411 lbs/ft² THE DESIGN AND INSTALLATION OF THE FOOTING BY OTHERS (ONLY IF APPLICABLE.) DETAILS SHALL BE SUBMITTED TO THE APPROPRIATE FM GLOBAL OPERATIONS OFFICE FOR REVIEW AND ACCEPTANCE.
16. CONCRETE STRENGTH F'C = 3000 PSI MIN.
17. TANK HEATING AND INSULATION SHALL BE INSTALLED BY OTHERS IN ACCORDANCE WITH FM GLOBAL D.S. 3–2.

ITEM	D/S	PART NO.	QTY	DESCRIPTION	PAINT
1	–	202T12042	23	STD. 12 GA DECK SHEET– OUTER	E/ET
2	–	202T12642	1	12 GA DECK SHEET – OUTER W/24" SQ. MANWAY OPNG	E/ET
* 3	–	35624	1	24" DECK MANWAY ASSEMBLY DRAWING	N
4	–	356T10240	1	24" DECK MW CVR 10GA	E/ET
5	–	356T102404	1	24" DECK MW FLG BX ASSY 10GA	E/ET
6	–	8356BPW0024PHW	1	DECK MANWAY – 24" SQ. HARDWARE KIT	N
* 7	–	35303	1	FREE FLOWING VENT ASSEMBLY DRAWING	N
8	–	50–80–0306–10	1	20" VENT CAP LARGE SPUN 16GA ALUM	N
9	–	353B00001H	1	VENT HARDWARE KIT W/GALV SCREEN	N
10	–	350T10005	1	MANHOLE COLLAR (30 DN / 28 UP HL)	E/ET
11	–		0		N
12	–		0		N
13	–	202T12542	1	12 GA DECK SHEET – OUTER W/ LIQUID LEVEL IND. OPNG	E/ET
* 14	–	715C00128PM	1	LIQUID LEVEL INDICATOR – 28' HIGH TANK (8,8,8,3) (METRIC)	N
15	–	203T12042	28	STD. 12 GA DECK SHEET – INNER	E/ET
16	–		0		N
17	–	351T12042	1	DECK COVER PLATE (84 HL)	E/ET
18	–		0		N
19	–	378T05004	28	RAFTER HANGER– (3/16" PL. 4 SLOT)	E
20	–	401TA8231	14	MAIN RAFTER C8 X 11.5 X 19'–3 5/8"	E
21	–	404T04112	14	JACK RAFTER C4 X 5.4 X 9'–4"	E
22	–	390T02001	28	RAFTER BRACE CLIP (BAR, 2"X1/4"X9")	E
23	–	520T04062	14	RAFTER BRACE ANGLE (3"X2"X1/4"X5'–0 1/4")	E
24	–		0		N
25	–	602T0800096A	1	COLUMN BOTTOM SECTION – 8" DIA. SCH 40 PIPE X 96 7/16"	E
26	–	606T0800252A	1	COLUMN TOP SECTION – 8" DIA. SCH 40 PIPE X 252 9/16"	E
27	–	328T00142	1	RAFTER BEARING ASSEMBLY – FOR A 8" DIA. COLUMN	E
28	–		0		N
29	–	112T0424203–H	25	7/32" X 60" DP STV X 97" W/3 HVY STR PCH	E/ET
30	–	111T0514200	28	3/16" X 58" SP STV X 97"	E/ET
31	–	111T1014200	27	10 GA X 58" SP STV X 96 1/2"	E/ET
32	–	105T121420044	28	12 GA X 58" SP STV X 46 1/2"	E/ET
33	–		0		N
34	–	112T0424203J–H	1	7/32" X 60" DP STV X 97" W/3 HVY STR PCH W/24" DIA SHELL MW OPNG	E/ET
35	–	366T08004PS	1	1/2" X 33" OD MANWAY COVER	E/ET
36	–	366T06242PS	1	24" DIA. SHELL MANWAY FRAME 2RV	E/ET
37	–	8366BPW064HW	1	24" SHELL MW HARDWARE KIT	N
38	–		0		N
39	–	330T10042	1	10 GA BOTTOM CENTER PLATE (84 HL)	E
40	–	227T10042	28	10 GA FLAT BOTTOM SHEET – OUTER	E
41	–	228T10042	28	10 GA FLAT BOTTOM SHEET – INNER	E
42	–		0		N
43	–	630B0118–H	84	AB SADDLE 16HL LIQUID (HDG) FOR 1–1/8" DIA ANCHOR BOLT	Z
44	–	8630BPW1125PHW	84	1–1/8"ø ANCHOR BOLT HARDWARE KIT	N
45	–		0		N
46	–		0		N
47	–	795ASPEXJT48	78	ASPHALT IMPREGNATED FIBERBOARD 5'–0" X 48"	N
48	–		0		N
49	–	341SS000F–158831A	1	FACTORY MUTUAL – NAMEPLATE	N
50	–		0		N
* 51	–	878G028–00	1	EXTERIOR LADDER	Z
* 52	–	878G000–01	1	LOCKABLE HOOP ASSY	Z
53	–	99–00–0813–58	1	27" – LH HINGE DOUBLE BAR SWING GATE	N
* 54	–	878G000–99	1	GUARDRAIL OPENING DETAILS	N
* 55	–	L50–41–0504–00	1	GUARDRAIL – FULL PERIMETER W/ TOE BOARD (GALV)	Z
56	–		0		N
* 57	–	282245–000	1	ERECTION MANUAL	N
58	–		0		N
* 59	–	942T028–158831A	1	ELEVATION, BOTTOM PLAN & BILL OF MATERIAL	N
* 60	–	942T028–158831B	1	STRUCTURE & DECK PLAN – CENTER COLUMN SUPPORTED	N
* 61	–	942T028–158831C	1	TANK STRETCH–OUT	N
* 62	–	942T028–158831D	1	LIQUID TANK DETAILS	N
63	–		0		N
64	–		0		N

NOTES:

1. THIS BILL OF MATERIAL IS FOR ONE COMPLETE TANK.
*2. DRAWINGS REQUIRED FOR FIELD USE.
3. INTERIOR AND BOTH SIDES OF BOTTOM PAINTED ONE COAT TRICO THERMOSET CORROSION RESISTANT POWDER EPOXY BOND EP ® (7 MILS AVERAGE, DFT). EXTERIOR PAINTED ONE COAT OF TRICO THERMOSET CORROSION RESISTANT POWDER EPOXY BOND EP ® WITH FINISH COAT OF FOREST GREEN PERFORMANCE URETHANE (4.5 MILS AVERAGE, DFT).
4. FIRE PROTECTION WATER STORAGE TANK DESIGNED IN ACCORDANCE WITH FM 4020/4021 SPEC. SEISMIC ZONE FM 50 100 MPH WINDLOAD PER FM, 25 PSF LIVE DECK LOAD, SPECIFIC GRAVITY = 1.00 .
5. STANDARD CENTER DOME WITH VENT WILL RELIEVE 24 CFS (11,000 GPM). ADDITIONAL VENTING TO PREVENT A VACUUM GREATER THAN 0.4 oz PER SQUARE INCH IS THE RESPONSIBILITY OF THE OWNER.
6. FIBERBOARD SHALL BE INSTALLED IN ACCORDANCE WITH AWWA D103–09, SECTION 13.4.

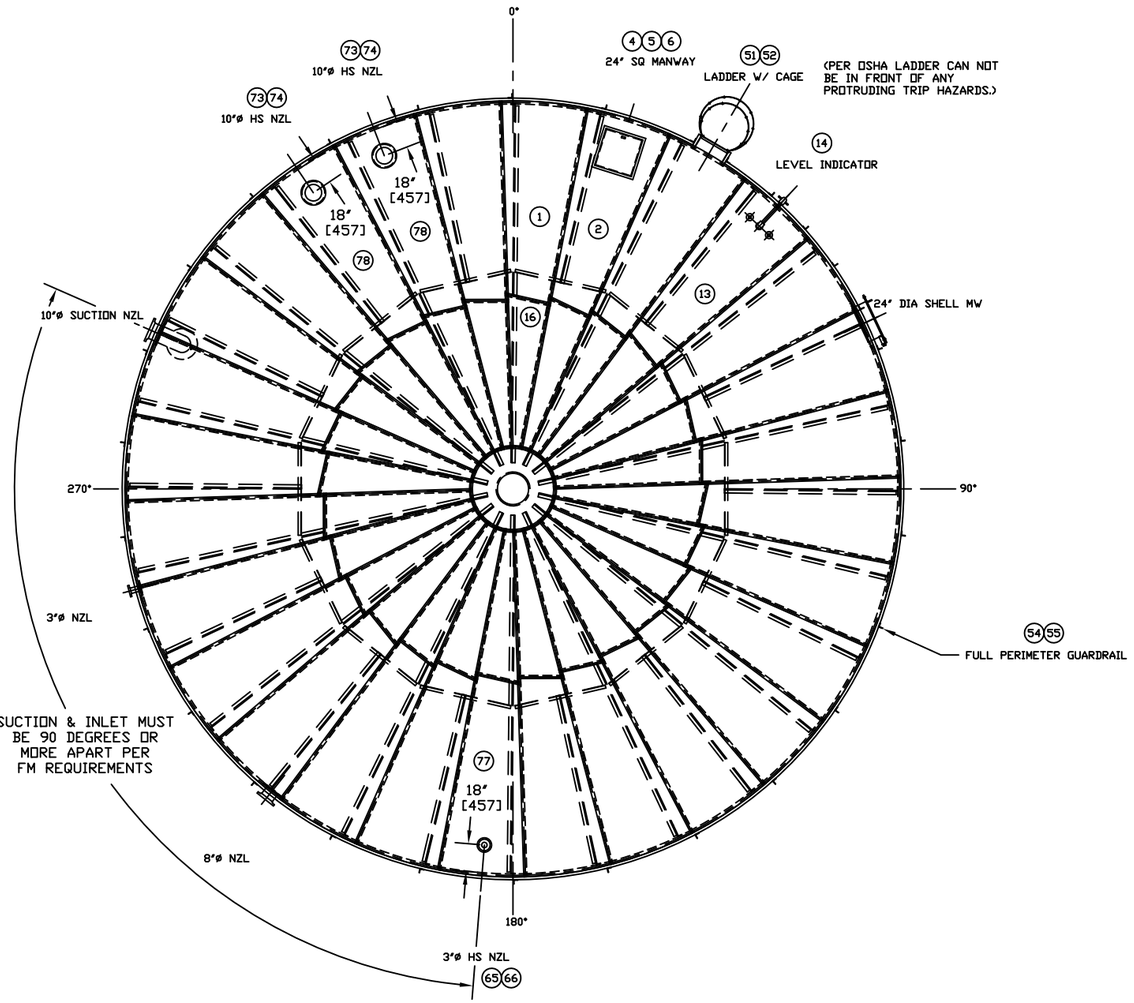
REV	REVISION	DATE	BY	APR.
A	RELEASED TO FABRICATION PER CHANGE ORDER #2	1–8–16	TGS	RDR

CST STORAGE

ELEVATION, BOTTOM & BILL OF MATERIAL
41'–7 1/8"ø x 28' HIGH TANK
FOR:
FORSAC
LIMA, PERU

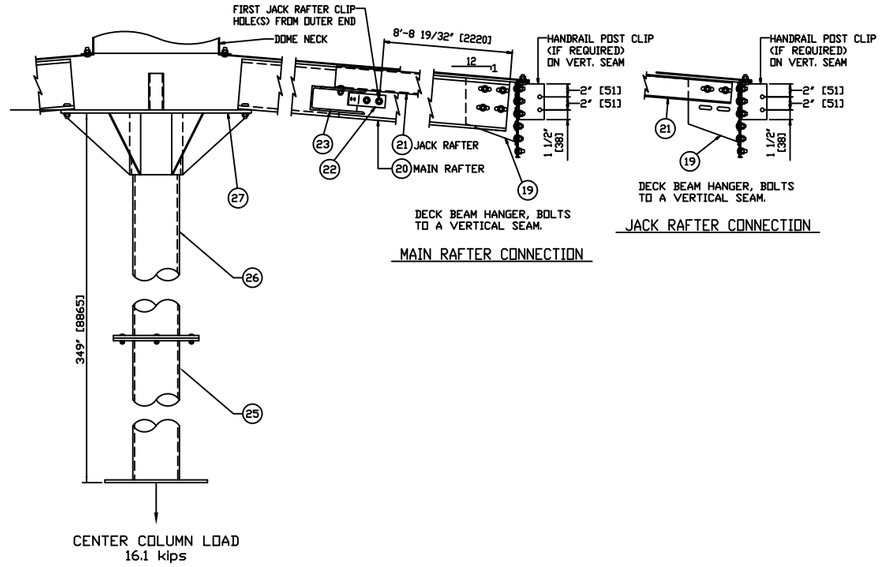
DRAWN BY	ORDER NO.	DATE	DWG. NO.
SHINN	15–8831	7 Oct 2015	942T028–158831A
CHECKED BY	APPROVED BY		
CKH	RDR		

CONFIDENTIAL / TRADE SECRETS: BY ACCEPTING POSSESSION OF THIS DOCUMENT, RECIPIENT AGREES THAT ITS CONTENTS ARE CONFIDENTIAL, PROPRIETARY TRADE SECRETS OF CST STORAGE. NO PORTION OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, DISTRIBUTED OR USED IN ANY MANNER WITHOUT WRITTEN PERMISSION FROM CST STORAGE.

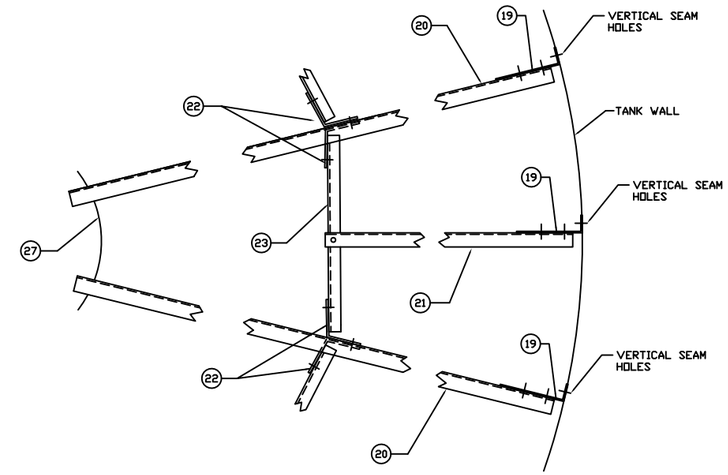


DECK PLAN

SEE STRETCH-OUT FOR DECK SHEET LOCATION.



RAFTER SECTIONAL VIEW



PARTIAL RAFTER PLAN VIEW

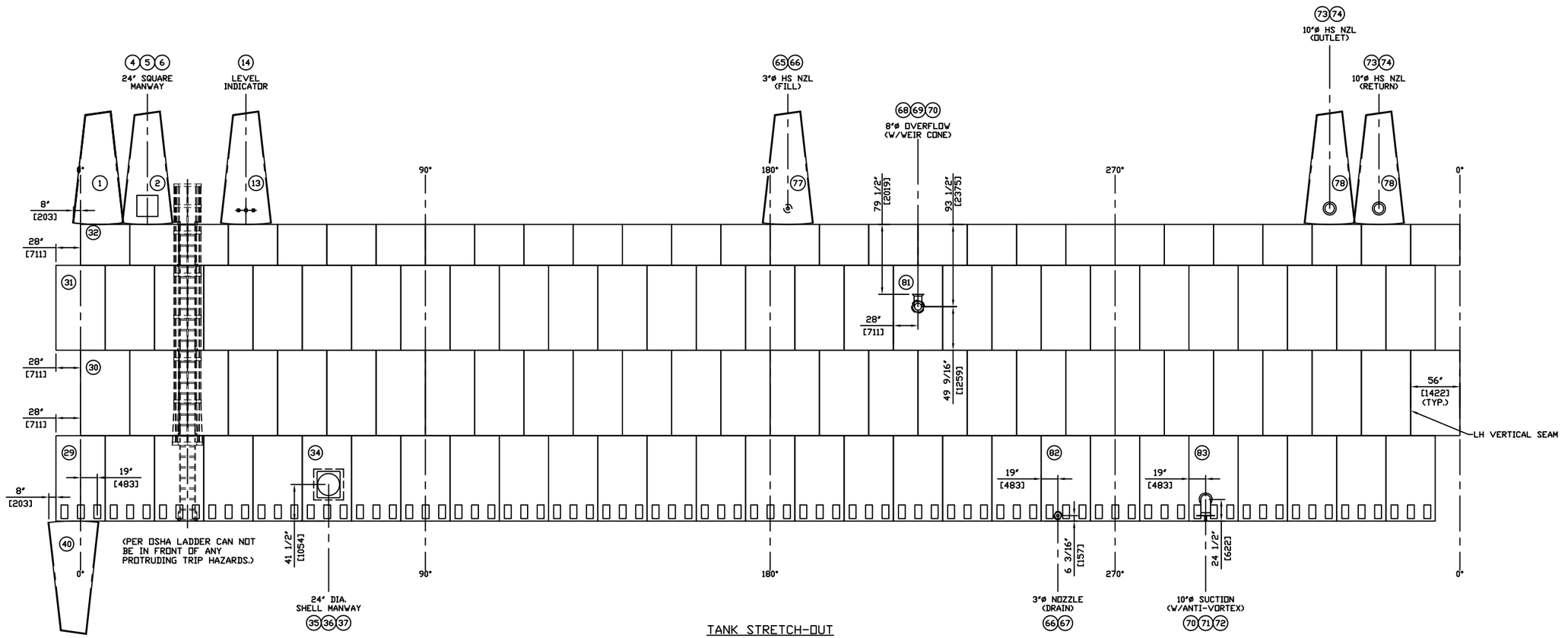
REV	REVISION	DATE	BY	APR.
3	RELEASED TO FABRICATION PER CHANGE ORDER #2	1-8-16	TGS	RDR

CST STORAGE

STRUCTURE & DECK PLAN
41'-7 1/8"ø x 28' HIGH TANK
FOR:
FORSAC
LIMA, PERU

DRAWN BY	ORDER NO.	DATE	DWG. NO.
SHINN	15-8831	7 Oct 2015	942T028-158831B
CHECKED BY	APPROVED BY		
CKH	RDR		

CONFIDENTIAL / TRADE SECRETS: BY ACCEPTING POSSESSION OF THIS DOCUMENT, RECIPIENT AGREES THAT ITS CONTENTS ARE CONFIDENTIAL, PROPRIETARY TRADE SECRETS OF CST STORAGE. NO PORTION OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, DISTRIBUTED OR USED IN ANY MANNER WITHOUT WRITTEN PERMISSION FROM CST STORAGE.



TANK STRETCH-OUT

4.355555 INCHES PER DEGREE
VIEWED FROM INSIDE TANK LOOKING OUT

FOR FABRICATION USE ONLY					
ITEM	X - DIM	Y - DIM	ACCESSORY	DECK SHEET	TANK DEGREE
77	20 1/2"	25 15/16"	3"ø HS NZL	202T1242-158831A	
78	20 1/2"	25 15/16"	10"ø HS NZL	202T1242-158831B	
78	20 1/2"	25 15/16"	10"ø HS NZL	202T1242-158831B	

REV	REVISION	DATE	BY	APR.
1	RELEASED TO FABRICATION PER CHANGE ORDER #2	1-8-16	TGS	RDR

CST STORAGE

TANK STRETCH-OUT
41'-7 1/8"ø x 28' HIGH TANK
FOR:
FORSAC
LIMA, PERU

DRAWN BY	ORDER NO.	DATE	DWG. NO.
SHINN	15-8831	7 Oct 2015	942T028-158831C
CHECKED BY	APPROVED BY		
CKH	RDR		

CONFIDENTIAL / TRADE SECRETS: BY ACCEPTING POSSESSION OF THIS DOCUMENT, RECIPIENT AGREES THAT ITS CONTENTS ARE CONFIDENTIAL, PROPRIETARY TRADE SECRETS OF CST STORAGE. NO PORTION OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, DISTRIBUTED OR USED IN ANY MANNER WITHOUT WRITTEN PERMISSION FROM CST STORAGE.

RING 1: 7/32" 2RV		
LOCATION	DESCRIPTION	QTY
VERTICAL SEAM BOLTS	1/2 X 1 1/4 FN PC HD HDG	2688
VERTICAL SEAM NUTS	1/2 HEX NUT	2688
VERTICAL SEAM WASHERS	1/2 NEOP BKD STEEL GALV	2688
VERT SEAM STRIP GASKET	STRIP GSKT - 2 HOLE EPDM	245
CHIME BOLTS	1/2 X 1 1/4 SQ HD HDG GR5	700
CHIME LAP BOLTS	1/2 X 1 1/2 SQ HD HDG GR5	84
CHIME WASHER	1/2 FLAT STEEL GALV	784
CHIME NUTS	1/2 HEX NUT	784
CHIME STRIP GASKET	STRIP GSKT - 1 HOLE EPDM	135
CHIME LAP GASKET	GSKT CH/LAP HVY EPDM	56
RADIUS GASKET	GSKT HVY RAD EPDM 2RV	56

RING 2: 3/16" 1RV		
LOCATION	DESCRIPTION	QTY
VERTICAL SEAM BOLTS	1/2 X 1 1/4 FN PC HD HDG	1344
VERTICAL SEAM NUTS	1/2 HEX NUT	1344
VERTICAL SEAM WASHERS	1/2 NEOP BKD STEEL GALV	1344
VERT SEAM STRIP GASKET	STRIP GSKT - 1 HOLE EPDM	245
CHIME BOLTS	1/2 X 1 1/4 SQ HD HDG GR5	728
CHIME LAP BOLTS	1/2 X 1 1/2 SQ HD HDG GR5	56
CHIME WASHER	1/2 FLAT STEEL GALV	784
CHIME NUTS	1/2 HEX NUT	784
CHIME STRIP GASKET	STRIP GSKT - 1 HOLE EPDM	135
CHIME LAP GASKET	GSKT CH/LAP LT EPDM	56
RADIUS GASKET	GSKT LT RAD EPDM 1RV	56

RING 3: 10 GA 1RV		
LOCATION	DESCRIPTION	QTY
VERTICAL SEAM BOLTS	1/2 X 1 1/4 FN PC HD HDG	1344
VERTICAL SEAM NUTS	1/2 HEX NUT	1344
VERTICAL SEAM WASHERS	1/2 NEOP BKD STEEL GALV	1344
VERT SEAM STRIP GASKET	STRIP GSKT - 1 HOLE EPDM	244
CHIME BOLTS	1/2 X 1 SQ HD HDG GR5	728
CHIME LAP BOLTS	1/2 X 1 1/4 SQ HD HDG GR5	56
CHIME WASHER	1/2 FLAT STEEL GALV	784
CHIME NUTS	1/2 HEX NUT	784
CHIME STRIP GASKET	STRIP GSKT - 1 HOLE EPDM	135
CHIME LAP GASKET	GSKT CH/LAP LT EPDM	56
RADIUS GASKET	GSKT LT RAD EPDM 1RV	56

RING 4: 12 GA 1RV		
LOCATION	DESCRIPTION	QTY
HNGR TO VERT SEAM BOLT	1/2 X 1 1/4 FN PC HD HDG	140
VERTICAL SEAM BOLTS	1/2 X 1 1/4 FN PC HD HDG	504
VERTICAL SEAM NUTS	1/2 HEX NUT	644
VERTICAL SEAM WASHERS	1/2 NEOP BKD STEEL GALV	644
VERT SEAM STRIP GASKET	STRIP GSKT - 1 HOLE EPDM	127
CHIME BOLTS	1/2 X 1 SQ HD HDG GR5	728
CHIME LAP BOLTS	1/2 X 1 1/4 SQ HD HDG GR5	56
CHIME WASHER	1/2 FLAT STEEL GALV	784
CHIME NUTS	1/2 HEX NUT	784
CHIME STRIP GASKET	STRIP GSKT - 1 HOLE EPDM	135
CHIME LAP GASKET	GSKT CH/LAP LT EPDM	56
RADIUS GASKET	GSKT LT RAD EPDM 1RV	56

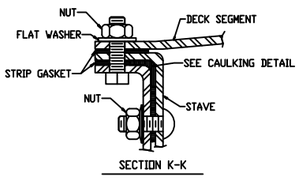
FLAT BOTTOM SECTION: 10 GA CENTER PLATE: 10 GA		
LOCATION	DESCRIPTION	QTY
COVER PLATE BOLTS	1/2 X 1 1/2 SQ HD HDG GR5	56
COVER PLATE LAP BOLTS	1/2 X 1-3/4 SQ HD HDG GR5	28
COVER PLATE WASHERS	1/2 NEOP BKD STEEL GALV	84
COVER PLATE NUTS	1/2 HEX NUT	84
COVER PLATE NUTS	1/2 TECCAP	84
CVR PLATE BOLT CHANNEL	3 HL	28
COVER PLATE STRIP GSKT	STRIP GSKT - 1 HOLE EPDM	14
RADIAL SEAM BOLTS	1/2 X 1 1/2 SQ HD HDG GR5	3052
RADIAL SEAM WASHERS	1/2 NEOP BKD STEEL GALV	3052
RADIAL SEAM NUTS	1/2 HEX NUT	3052
RADIAL SEAM NUTS	1/2 TECCAP	3052
RADIAL SEAM STRIP GSKT	STRIP GSKT - 1 HOLE EPDM	527
RADIAL SEAM BOLT CHAN	48 HL	56
RADIAL SEAM BOLT CHAN	15 HL	28
OUTER/INNER SEAM BOLTS	1/2 X 1 1/2 SQ HD HDG GR5	364
OUTER/INNER SEAM WASH	1/2 NEOP BKD STEEL GALV	364
OUTER/INNER SEAM NUTS	1/2 HEX NUT	364
OUTER/INNER SEAM NUTS	1/2 TECCAP	364
OUTER/INNER SEAM GSKT	STRIP GSKT - 1 HOLE EPDM	71
SEAM BOLT CHANNEL	13 HL	28
BOTTOM LAP BOLTS	1/2 X 1-3/4 SQ HD HDG GR5	56
BOTTOM LAP WASHERS	1/2 NEOP BKD STEEL GALV	56
BOTTOM LAP NUTS	1/2 HEX NUT	56
BOTTOM LAP NUTS	1/2 TECCAP	56
BOTTOM LAP GASKET	GSKT CH/LAP LT EPDM	112
BOTTOM CHIME STRIP GSKT	STRIP GSKT - 1 HOLE EPDM	134
BOTTOM CHIME LAP GSKT	GSKT CH/LAP LT EPDM	28
BOTTOM CHIME BOLT	1/2 X 1 1/4 SQ HD HDG GR5	700
BOTTOM CHIME LAP BOLT	1/2 X 1 1/2 SQ HD HDG GR5	84
BOTTOM CHIME NUT	1/2 HEX NUT	784
BOTTOM CHIME WASHER	1/2 FLAT STEEL GALV	784

DECK: 12 GA		
LOCATION	DESCRIPTION	QTY
CENTER DOME BOLTS	1/2 X 1 1/4 FN PC HD HDG	30
CENTER DOME WASHERS	1/2 FLAT STEEL GALV	30
CENTER DOME NUTS	1/2 HEX NUT	30
CENTER DOME GSKT	MANHOLE GASKET 30 HL	1
DECK COVER PL BOLTS	1/2 X 1 1/4 FN PC HD HDG	56
DECK COVER PL WASHERS	1/2 FLAT STEEL GALV	56
DECK COVER PL NUTS	1/2 HEX NUT	56
DECK COVER PL GSKT	STRIP GSKT - 1 HOLE EPDM	15
RADIAL SEAM BOLTS	1/2 X 1 1/4 FN PC HD HDG	3052
RADIAL SEAM WASHERS	1/2 FLAT STEEL GALV	3052
RADIAL SEAM NUTS	1/2 HEX NUT	3052
RADIAL SEAM STRIP GSKT	STRIP GSKT - 1 HOLE EPDM	527
OUTER/INNER SEAM BOLTS	1/2 X 1 1/4 FN PC HD HDG	364
OUTER/INNER SEAM WSHR	1/2 FLAT STEEL GALV	364
OUTER/INNER SEAM NUTS	1/2 HEX NUT	364
OUTER/INNER SEAM GSKT	STRIP GSKT - 1 HOLE EPDM	71
TOTAL LAP GSKT	GSKT CH/LAP LT EPDM	112
DECK LAP BOLTS	1/2 X 1 1/4 FN PC HD HDG	84
DECK LAP WASHERS	1/2 FLAT STEEL GALV	84
DECK LAP NUTS	1/2 HEX NUT	84

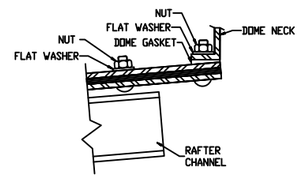
DECK SUPPORT		
LOCATION	DESCRIPTION	QTY
COLUMN SPLICE BOLTS	1/2 X 1 1/2 FN PC HD HDG	8
BEARING PLATE BOLTS	1/2 X 2 FN PC HDG	14
RAFTER TO HANGER BOLTS	1/2 X 1 1/4 FN PC HD HDG	56
RAFTER / BRACE BOLTS	1/2 X 1 1/2 FN PC HD HDG	28
RAFTER BRACE BOLTS	1/2 X 1 1/4 FN PC HD HDG	56
JACK RFTR / HGR BOLTS	1/2 X 1 1/4 FN PC HD HDG	28
JACK RFTR / BRACE BLT	1/2 X 1 1/4 FN PC HD HDG	14
INTERIOR FLAT WASHERS	1/2 FLAT STEEL GALV	204
INTERIOR NUTS	1/2 HEX NUT	204

HARDWARE LIST FOR TANK - INTERNATIONAL OVERAGE

ITEM	D/S	PART NO.	QTY	DESCRIPTION	PAINT
1	-	775G00810	1558	BOLT - 1/2 X 1 LG SQUARE HEAD HDG GR5	N
2	-	775G00812	2397	BOLT - 1/2 X 1 1/4 LG SQUARE HEAD HDG GR5	N
3	-	775G00814	3955	BOLT - 1/2 X 1 1/2 LG SQUARE HEAD HDG GR5	N
4	-	10-09-0314-16	90	BOLT - 1/2 X 1 3/4 LG SQ HD HDG GR5	N
5	-	777GR0812	10443	BOLT - 1/2 X 1 1/4 LG FIN POLYCAP HDG	N
6	-	777GR0814	39	BOLT - 1/2 X 1 1/2 LG FIN POLYCAP HDG	N
7	-	777GR0820	15	BOLT - 1/2 X 2 LG FIN POLYCAP HDG	N
8	-	782G00800	18496	NUT - 1/2 HEX GALVANIZED	N
9	-	10-09-0316-70	3805	1/2" TECCAP	N
10	-	791M04125	8250	WASHER - 1/2 FLAT STEEL GALVANIZED	N
11	-	790Z04000	10246	WASHER - 1/2 NEOPRENE BACKED GALVANIZED STEEL	N
12	-	791MR4000	54	WASHER - 1/2 RECESSED GALVANIZED STEEL	N
13	-	795NR4000	54	WASHER - 1/2 NEOPRENE D RING	N
14	-	751W00002	2691	STRIP GASKET - 1 HOLE EPDM	N
15	-	751W00003	262	STRIP GASKET - 2 HOLE EPDM	N
16	-	752W00012	180	GASKET RADIUS FILLET LIGHT EPDM 1RV	N
17	-	752W00007	60	GASKET RADIUS FILLET HEAVY EPDM 2RV	N
18	-	753W00003	449	GASKET - CHIME LAP LIGHT EPDM	N
19	-	753W00103	60	GASKET - CHIME LAP HEAVY BUMP EPDM	N
20	-	375G14005	30	3 HL BOLT CHANNEL GALVANIZED	N
21	-	375G14025	30	13 HL BOLT CHANNEL GALVANIZED	N
22	-	375G14029	30	15 HL BOLT CHANNEL GALVANIZED	N
23	-	375G14095	60	48 HL BOLT CHANNEL GALVANIZED	N
24	-	754W00030	1	MANHOLE GASKET 30 HL EPDM	N
25	-	756A00000	19	MANUS BOND CAULK	N

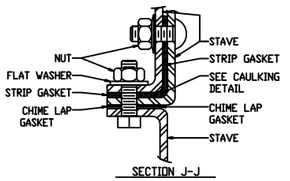


SECTION K-K

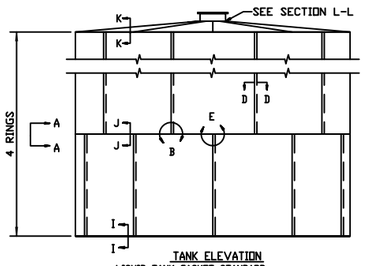


SECTION L-L

NOTE:
USE CHIME LAP GASKETS AT DECK SEAM LAPS AT CENTER DOME, APPLY CAULKING ALONG THE BUMP OF EACH CHIME LAP GASKET.

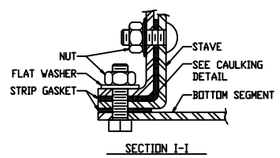


SECTION J-J

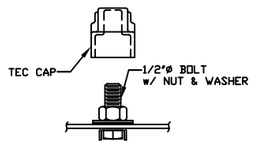


TANK ELEVATION

LIQUID TANK GASKET STANDARD:
1 ROW VERTICAL: SINGLE PUNCH GASKET
2 ROW VERTICAL: DOUBLE PUNCH GASKET
3 ROW VERTICAL: TRIPLE PUNCH GASKET
SUBSTITUTION:
SINGLE PUNCH GASKET (X 2) OR (X 3) MAY BE SUBSTITUTED FOR 2 ROW AND 3 ROW VERTICAL

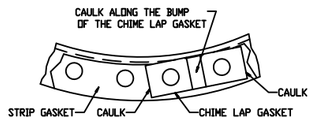


SECTION I-I

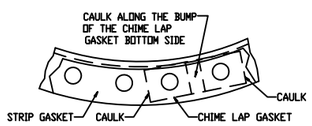


TEC CAPS DETAIL

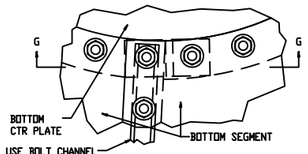
FOR ALL FLOOR SEAMS



SECTION C-C

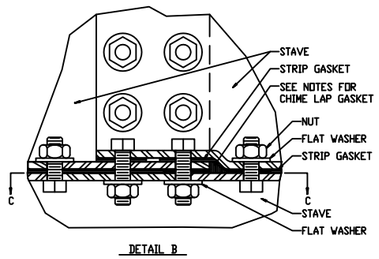


SECTION F-F

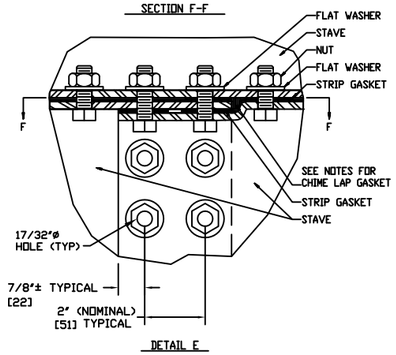


BOTTOM TO CENTER PLATE DETAIL

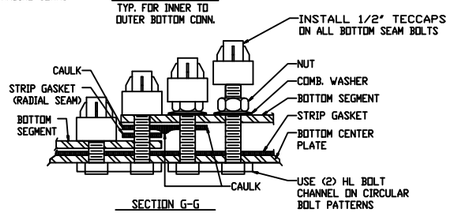
TYP. FOR INNER TO OUTER BOTTOM CONN.



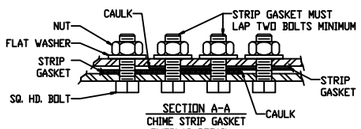
DETAIL B



DETAIL E

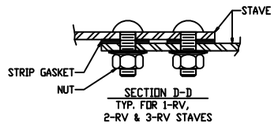


SECTION G-G



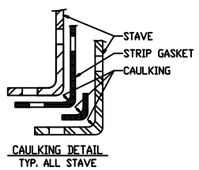
SECTION A-A

CHIME STRIP GASKET OVERLAP DETAIL



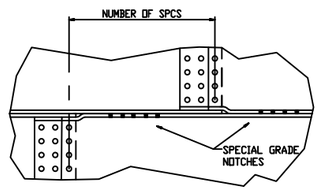
SECTION D-D

TYP. FOR 1-RV, 2-RV & 3-RV STAVES



CAULKING DETAIL

TYP. ALL STAVE CORNERS



TYPICAL CHIME SPACE DETAIL

TYPICAL FOR 1,2 & 3 ROWS VERTICAL

FOR SPECIAL GRADE MATERIAL CHIMES TOP & BOTTOM WILL BE NOTCHED AS FOLLOWED.
GRADE 50 - 1 NOTCH
GRADE 55 - 2 NOTCHES
GRADE 60 - 3 NOTCHES
GRADE 65 - 4 NOTCHES
GRADE 70 - 5 NOTCHES

REV	REVISION	DATE	BY	APR.

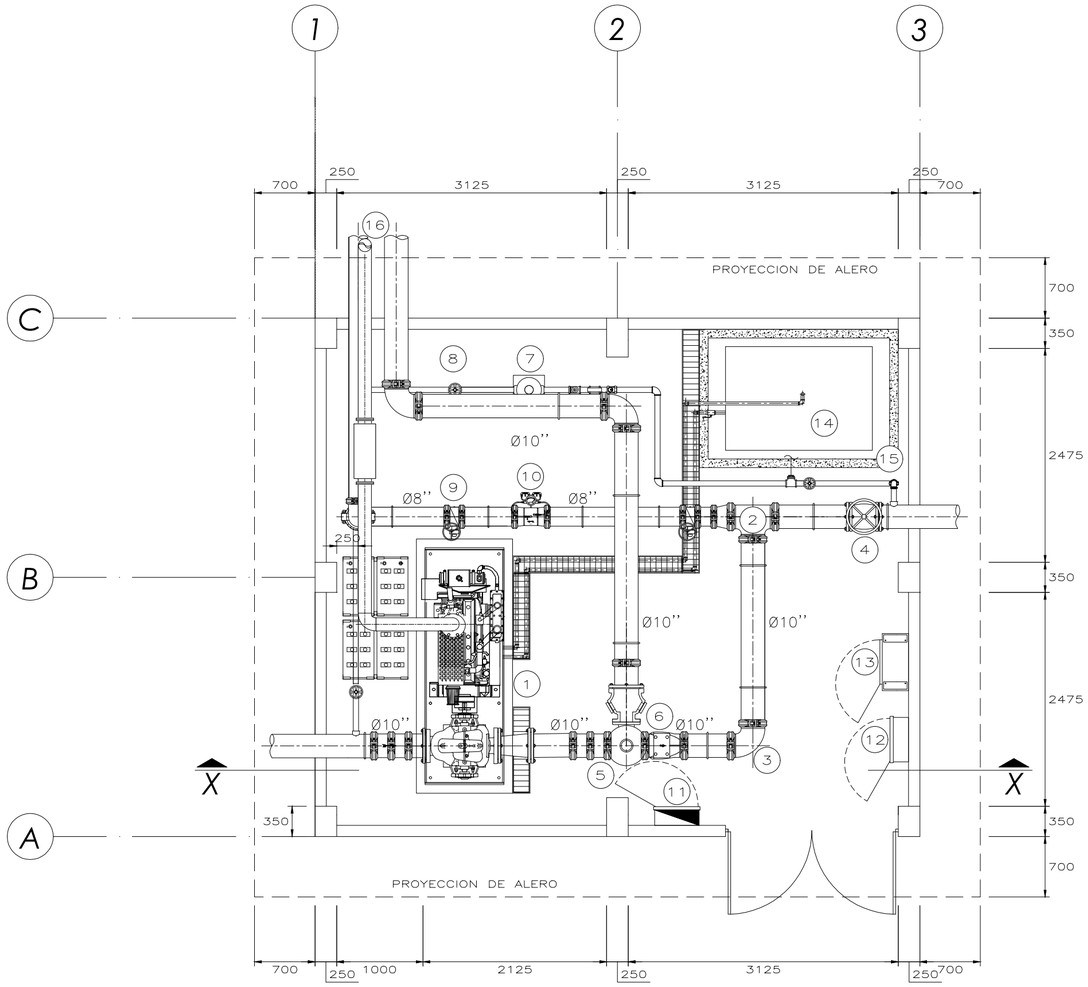
CST STORAGE

LIQUID TANK DETAILS
41'-7 1/8"ø x 28' HIGH TANK
FOR:
FORSAC
LIMA, PERU

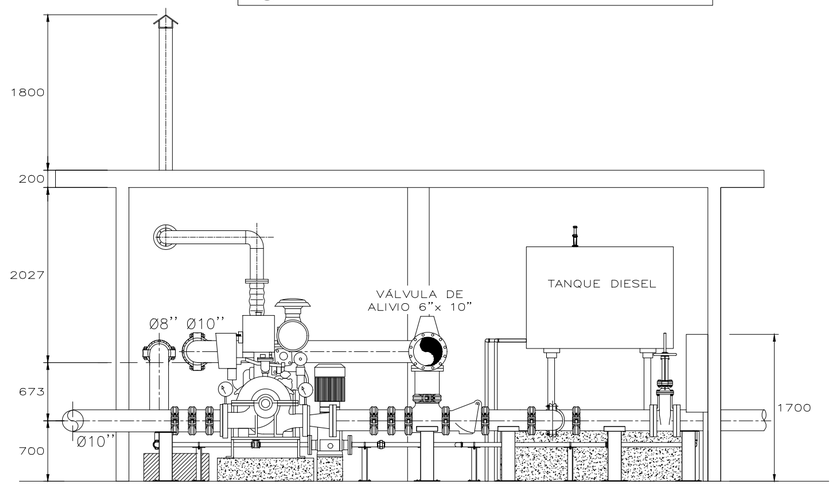
DRAWN BY	ORDER NO.	DATE	DWG. NO.
SHINN	15-8831	8 Jan 2016	942T028-158831D
CHECKED BY	APPROVED BY		
RDR	RDR		

CONFIDENTIAL / TRADE SECRETS: BY ACCEPTING POSSESSION OF THIS DOCUMENT, RECIPIENT AGREES THAT ITS CONTENTS ARE CONFIDENTIAL, PROPRIETARY TRADE SECRETS OF CST STORAGE. NO PORTION OF THIS DOCUMENT MAY BE REPRODUCED, DISTRIBUTED OR USED IN ANY MANNER WITHOUT WRITTEN PERMISSION FROM CST STORAGE.

LEYENDA – CUARTO DE BOMBAS
(1) Motobomba Contra Incendios Cap: 2500 gpm @ 150 psi
(2) Tee ranurada de ø 10" UL/FM
(3) Codo ranurado de 90°xø10" UL/FM
(4) Válvula de compuerta tipo OS&Y de Ø8" UL / FM
(5) Valvula de Alivio Ø6''
(6) Válvula Check Ø10" ranurada UL / FM
(7) Electrobomba Jockey Cap: 25 gpm @ 110 psi
(8) Válvula OS&Y de Ø1.1/2"
(9) Válvula mariposa ranurada Ø8"
(10) Medidor de flujo ranurado Ø8" UL / FM
(11) Tablero Principal
(12) Tablero Controlador de Bomba Jockey
(13) Tablero Controlador de Bomba Principal
(14) Tanque de combustible 500 galones
(15) Dique para tanque de combustible
(16) Tuberia de escape



CUARTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO
VISTA PLANTA



CUARTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO
CORTE X – X

PLANO MECÁNICO DEL CUARTO DE BOMBAS

REVISIONES	REV.	DESCRIPCION	POR	APROB.	FECHA
	△				
	△				
	△				
	△				
	△				
	1	AS BUILT	ARNISA	ARNISA	09/12/16
	2	PARA APROBACION	ARNISA	ARNISA	20/08/16

FORSAC

ARNISA

CLIENTE: FORSAC PERU

PROYECTO: CUARTO DE BOMBAS
INSTALACION MECANICA – CUARTO DE BOMBAS
PLANTA INDUSTRIAL FORSAC PERU

N° CORR.:	ESCALA:	REVISION:
GC 001A-16	INDICADA	1

DISEÑADO	ARNISA SAC	20/08/16	LAMINA:	FORMATO:
REVISADO	ARNASI SAC	20/08/16	INST. MEC. - 01	A2
APROBADO	ARNISA SAC	20/08/16		