



**UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA**

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

(Práctica Dirigida de Graduación)

**DISEÑO DEL SISTEMA FIJO CONTRA INCENDIOS
PARA UNA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE
LÍQUIDOS INFLAMABLES**

Trabajo Final de Graduación sometido a la consideración de la

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Como parte de los requisitos
para aspirar al título y grado de

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA CON ÉNFASIS EN
PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.**

Alexander Eduardo Chavarría Zúñiga

Sede Interuniversitaria de Alajuela

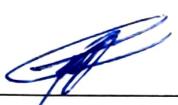
Octubre, 2022

Hoja del tribunal

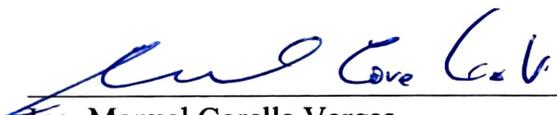
Esta práctica dirigida de graduación fue aceptada por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado y título de Licenciatura en Ingeniería Mecánica con Énfasis en Protección Contra Incendios.


Mag. Jhymner Rojas Vásquez
Escuela de Ingeniería Mecánica

Representante de la Unidad Académica


Lic. Daniel Bolaños Burbano de Lara
Escuela de Ingeniería Mecánica

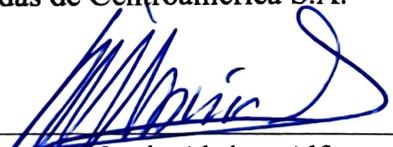
Asesor director


Ing. Manuel Corella Vargas
Escuela de Ingeniería Mecánica

Asesor interno


M Sc. Marcela Saúma Quirós
Salvavidas de Centroamérica S.A.

Asesor externo


Lic. Eugenio Martín Alpízar Alfaro
Escuela de Ingeniería Mecánica

Docente curso proyecto II


Alexander Eduardo Chavarría Zúñiga.
Carné: B31865

Ponente

Derechos de propiedad intelectual

La información incluida en este Trabajo Final de Graduación, en la modalidad de Práctica Dirigida de Graduación (PDG), raíz del estudio de la normativa vigente aplicable para el diseño del sistema de protección contra incendios de una planta de almacenamiento de líquidos inflamables, realizado por el ponente, estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica, con énfasis en sistemas de protección contra incendios, conserva en su totalidad los derechos de propiedad intelectual y se prohíbe la utilización de esta información para fines distintos a los académicos.

Agradecimientos

Quiero externar un agradecimiento a mi familia y a las personas que me alentaron a seguir adelante, que potenciaron mi motivación y perseverancia. Agradezco a la empresa Salvavidas de Centroamérica S.A, principalmente a la ingeniera Marcela Sauma Q., que me dio la oportunidad de realizar mi PDG en su departamento, me asesoró y acompañó en este arduo proceso. Agradezco a mis profesores asesores, que dedicaron su valioso tiempo para apoyarme y guiarme a obtener mi título universitario. Por último, agradezco a la Universidad de Costa Rica y a la escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarme la formación académica y a los profesores de la carrera, por la confianza.

Índice general

HOJA DEL TRIBUNAL	II
DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL.....	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XIII
CAPÍTULO	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	1
1.2. OBJETIVOS.....	3
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	3
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
1.3. ANTECEDENTES.....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN	5
1.5. MECANISMOS DE EVALUACIÓN PERIÓDICA.....	6
1.5.1 ENTREGABLES	6
1.5.2 MECANISMOS DE EVALUACIÓN.....	6
1.6. PATROCINIO.....	7
1.7. APORTACIONES Y PRODUCTOS	8
1.8. METODOLOGÍA.....	9
CAPÍTULO	10
2. MARCO TEMÁTICO DE REFERENCIA	10
2.1. VOCABULARIO TÉCNICO BÁSICO DE LAS NORMAS NFPA.....	10
2.2. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA.....	11
2.3. DIAGRAMA DE NORMAS	12

CAPÍTULO	13
3. DESARROLLO	13
3.1. TIPO DE RIESGO Y OCUPACIÓN DE LA PLANTA.....	14
3.2. TUBERÍA PRINCIPAL DE ALIMENTACIÓN Y EQUIPO DE BOMBEO CONTRA INCENDIO.....	16
3.2.1 EQUIPO DE BOMBEO	17
3.2.2 TUBERÍA PRINCIPAL DE ALIMENTACIÓN.....	23
3.2.3 TANQUE DE RESERVA DE AGUA CONTRA INCENDIOS	26
3.2.4 TUBERÍA SUBTERRÁNEA	27
3.3. DISEÑO DE LOS SISTEMAS CONTRA INCENDIOS	31
3.3.1 HIDRANTES.....	31
3.3.2 GABINETES DE MANGUERA	33
3.3.3 SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS	37
3.3.4 SISTEMA DE ESPUMA.....	49
3.3.5 EXTINTORES.....	53
3.4. PRESUPUESTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS	54
CAPÍTULO	58
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
4.1. CONCLUSIONES.....	58
4.2. RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS.....	61
ANEXO A. DOCUMENTOS PDG.	61
ANEXO A.1. CARTA DE ACUERDO BILATERAL.....	61
ANEXO A.2. CARTA ASESOR DIRECTOR	64
ANEXO A.3. CARTA ASESOR INTERNO	65
ANEXO A.4. CARTA ASESOR EXTERNO	66
ANEXO A.5. CARTA OCUPACIÓN LABORAL.....	67

ANEXO A.6. CARTA ACUERDO DE PRIVACIDAD.....	68
ANEXO B.1. CÁLCULOS HIDRÁULICOS HIDRANTES	69
ANEXO B.2. CÁLCULOS HIDRÁULICOS GABINETES DE MANGUERA.....	78
ANEXO B.3. CÁLCULOS HIDRÁULICOS BODEGA #5.....	86
ANEXO C. PRESUPUESTO.....	99
ANEXO C.1. CARTA DE OFERTA DEL PRESUPUESTO.....	99
ANEXO D. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	112
ANEXO D.1. MEMORIA DESCRIPTIVA	112

Índice de figuras

FIGURA 3.1. PLANO ARQUITECTÓNICO CONJUNTO. (EMPRESA CLIENTE, 2020)...	13
FIGURA 3.2. VISTA EN 3D DE LA PLANTA. (AUTOR, 2022).....	14
FIGURA 3.3. VISTA EN 3D DE LA PLANTA. (GOOGLE MAPS, 2021).....	16
FIGURA 3.4. DETALLE CONJUNTO BOMBA-MOTOR. (AUTOR, 2022).....	19
FIGURA 3.5. DETALLE DE INSTALACIÓN, BOMBA JOCKEY. (AUTOR, 2022).....	20
FIGURA 3.6. DETALLE DE INSTALACIÓN, MEDIDOR DE FLUJO. (AUTOR, 2022).....	21
FIGURA 3.7. TANQUE DE COMBUSTIBLE. (AUTOR, 2022).....	22
FIGURA 3.8. VISTA 3D DEL CUARTO DE BOMBAS. (AUTOR, 2022).....	23
FIGURA 3.9. DISTRIBUCIÓN DE LA TUBERÍA EXTERIOR PRINCIPAL DE ALIMENTACIÓN. (AUTOR, 2022).....	24
FIGURA 3.10. UBICACIÓN CASA DE MÁQUINAS Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA. (AUTOR, 2022).....	25
FIGURA 3.11. DETALLE DE TOMA SIAMESA. (GUARDIAN®, 2010).....	26
FIGURA 3.12. DETALLE DE LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN, CODOS. (AUTOR, 2022)	28
FIGURA 3.13. DETALLE DE LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN, TES Y TAPONES. (AUTOR, 2022)	29
FIGURA 3.14. TRINCHERA DE LA TUBERÍA SUBTERRÁNEA. (AUTOR, 2022).....	31
FIGURA 3.15. UBICACIÓN DE LOS HIDRANTES. (AUTOR, 2022).....	32
FIGURA 3.16. DETALLE DE INSTALACIÓN DE LOS HIDRANTES. (AUTOR, 2022).....	33
FIGURA 3.17. COBERTURA DE LOS GABINETES DE MANGUERA BODEGA #1, #2 Y #3. (AUTOR, 2022).....	34
FIGURA 3.18. COBERTURA DE LOS GABINETES DE MANGUERA BODEGA #4 Y #6. (AUTOR, 2022)	35

FIGURA 3.19. DETALLE DE INSTALACIÓN DEL GABINETE DE MANGUERA. (GUARDIAN[®], 2010)	36
FIGURA 3.20. ÁREAS DE INFLUENCIA SÍSMICA. (AUTOR, 2022).....	43
FIGURA 3.21. VISTA LATERAL, BODEGA #5. (AUTOR, 2022)	44
FIGURA 3.22. VISTA DE PLANTA, BODEGA #5. (AUTOR, 2022).....	45
FIGURA 3.23. VISTA EN 3D, BODEGA #5. (AUTOR, 2022)	46
FIGURA 3.24. ÁREA DE DISEÑO. (AUTOR, 2022).....	47
FIGURA 3.25. CURVA DEL CÁLCULO HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE ROCIADORES. (AUTOR, 2022).....	48
FIGURA 3.26. PROPORCIONADOR DE CONCENTRADO DE ESPUMA. (ANSUL[®], 2020)	50
FIGURA 3.27. TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CONCENTRADO DE ESPUMA. (ANSUL[®], 2020)	52
FIGURA 3.28. DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA-ESPUMA. (ANSUL[®], 2020)	53
FIGURA 3.29. EXTINTOR DE CARRETILLA TIPO ABC. (GUARDIAN[®], 2010).....	54

Índice de tablas

TABLA 3.1. RESUMEN DE INFORMACIÓN SOBRE BOMBAS CONTRA INCENDIO CENTRÍFUGAS. (NFPA 20, 2019).....	17
TABLA 3.2. CAPACIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA. (SALVAVIDAS DE CENTROAMÉRICA S.A., 2021).....	27
TABLA 3.3. DIMENSIONES Y CANTIDAD DE VARILLAS DE ANCLAJE. (FM 3-10, 2000).....	29
TABLA 3.4. ÁREA DE CONTACTO PARA BLOQUES DE INERCIA. (FM 3-10, 2000)	30
TABLA 3.5. LISTA DE LÍQUIDOS ALMACENADOS EN BODEGA #5. (AUTOR, 2022)...	38
TABLA 3.6. DATOS DE LA BODEGA #5. (NFPA 30, 2018)	39
TABLA 3.7. DATOS DEL ROCIADOR. (TYCO®, 2018).....	40
TABLA 3.8. DATOS PARA EL CÁLCULO DE CONCENTRADO DE ESPUMA. (ANSUL®, 2021).....	51
TABLA 3.9. PRESUPUESTO DEL SISTEMA DISEÑADO. (AUTOR, 2022).....	55

Resumen

La práctica dirigida de graduación (PDG) se realizó en la empresa Salvavidas de Centroamérica S.A., en donde se llevó a cabo el diseño del sistema fijo contra incendios para una planta de almacenamiento de líquidos inflamables, comprendiendo desde la definición de los criterios de diseño hasta la distribución de todos los equipos necesarios para reducir los riesgos de incendio en las bodegas y las áreas exteriores de la planta, según lo establece la normativa vigente. Para la elaboración del diseño mencionado se utilizó la Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores (NFPA 13), Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios (NFPA 20), el Manual de Diseño y Aplicaciones de Sistemas de Espuma y el Código de Líquidos Inflamables y Combustibles (NFPA 30), Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores de Agua-Espuma y de Pulverización de Agua-Espuma (NFPA 16), entre otros.

Se generaron las láminas de diseño que especifican todas las características de los dispositivos seleccionados, la distribución, sistemas de rociadores, gabinetes de manguera clase III, hidrantes fabricados en sitio y la distribución de extintores en carretilla. Además, se dimensionó y seleccionó el motor, la bomba y el tanque apertado de almacenamiento de agua contra incendios.

Se realizó un presupuesto general que contiene todos los dispositivos, tubería, rociadores y equipos del sistema diseñado y muestra una visión real del costo que puede tener este proyecto. Se incluye la información general del diseño como marcas de los equipos, descripción de los alcances, condiciones generales, tabla de costos o resumen general de estos, mano de obra, periodos aproximados de finalización de las etapas del proyecto, aspectos no incluidos y aspectos importantes por considerar para el inicio del proyecto.

Por último, se elabora una memoria descriptiva que amplía los detalles del diseño para su mejor entendimiento, entre estos se incluyen aspectos técnicos de las tuberías, equipos de espuma, rociadores, motor y bomba contra incendio, entre otros.

Cítese este trabajo como:

A.E. Chavarría-Zúñiga. *[Diseño del sistema fijo contra incendios para una planta de almacenamiento de líquidos inflamables]* Trabajo final de graduación de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Mecánica. Universidad de Costa Rica. Alajuela, COSTA RICA, 2022.

Abstract

The graduate internship took place in the company Salvavidas de Centroamérica S.A., where the Fixed Firefighting Systems design was elaborated for a flammable liquid warehouse facility, which comprised from the design criteria definition to the distribution of all the equipment necessary to reduce fire risks on the warehouse and external areas of the plant, as stipulated by the regulations in force. The design mentioned before was elaborated according with the Standard for the Installation of Sprinkler Systems (NFPA 13), Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection (NFPA 20), Flammable and Combustible Liquids Code (NFPA 30), Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems (NFPA 16), amongst others.

Design sheets were generated with the selected devices characteristics, distribution, sprinkler systems, hose cabinet class III, fire hydrants manufactured on site, and wheelbarrow fire extinguisher distribution. Furthermore, the motor, pump and water storage bolted tank to fight fire were sized and selected.

A general budget was elaborated with all the devices, pipelines, sprinklers and equipment for the designed system, which shows a real estimation of the costs for a project of such magnitude. It includes general information about design such as brands, scope descriptions, general conditions, cost tables or general summary of costs, workforce, estimated periods to accomplish each phase of the project, not included aspects and important aspects to take into consideration at the beginning of the project.

Finally, the descriptive memory was elaborated to provide more details that should be analyzed by the reader with special attention to have a better understanding, among them are included technical pipelines aspects, foam equipment, sprinklers, motors, fight fire pumps, etc.

CAPÍTULO

1. Introducción

En el siguiente capítulo se presenta la descripción general de la PDG, también se indican tanto el objetivo general como los objetivos específicos que se seguirán para el desarrollo de la misma. Además, se señala la justificación, mecanismos de evaluación y otros temas que conforman la base de este trabajo.

1.1. Descripción general

Actualmente, laboro en la empresa Salvavidas de Centroamérica S.A, en donde divido mi tiempo laboral entre el departamento de ventas como presupuestista y el departamento de ingeniería realizando diseños de sistemas contra incendio (ver Anexo A.5). Para finalizar el grado de licenciatura en Ingeniería Mecánica con Énfasis en Protección Contra Incendios, con mi trabajo final de graduación con la modalidad de PDG, en la cual con ayuda de la Máster en protección contra incendios Marcela Sauma Quirós, se contemplaron las opciones dentro de la empresa, por lo que se realizó un proyecto junto con el departamento de ingeniería, el cual consiste en la elaboración del diseño del sistema fijo contra incendios de una planta de almacenamiento de líquidos inflamables, desde el sistema de bombeo hasta la distribución de rociadores y tubería principal del sistema.

Este es un proyecto integral debido a que distintos departamentos forman parte en aspectos relacionados al sistema de alarma y detección, de mi parte, me corresponde realizar el diseño del sistema fijo contra incendios y será lo presentado como PDG, este abarca el equipo de bombeo y la casa de máquinas, la red de tuberías principal de alimentación y subterránea, el sistema de espuma de los tanques de almacenamiento vertical y horizontal, gabinetes de manguera, hidrantes, monitores, rociadores automáticos, etc.

El diseño se realizó para una planta almacenadora de líquidos inflamables, dicha planta está ubicada en la Ciudad de Amatitlán, Guatemala. Esta cuenta con un área de carga y cinco bodegas en las cuales se almacenan líquidos inflamables y líquidos corrosivos en estañones

metálicos y galones. Los líquidos inflamables se almacenan en la Bodega #5 y en el resto de las bodegas se almacenan los líquidos corrosivos. También tiene un área dedicada al almacenamiento con 14 tanques de líquidos inflamables distribuidos en tanques verticales y horizontales de gran magnitud, por lo que es necesario proteger tanto las bodegas como los tanques de almacenamiento.

Se realizaron los estudios tomando en cuenta los planos arquitectónicos de la planta, documentos técnicos de los líquidos almacenados y los requerimientos de la normativa vigente (NFPA 30, NFPA 15, NFPA 16, NFPA 20, NFPA 13, NFPA 14, entre otras) para aplicar los criterios de diseño en las áreas correspondientes. Seleccionando los criterios adecuados, se comenzó a realizar la distribución de tubería de alimentación de los sistemas de gabinetes, rociadores automáticos y de los sistemas de espuma. Con esto se generó un modelo tridimensional en donde se ve a detalle todo el sistema fijo contra incendios, distribución de los sistemas mencionados, soportes y el equipo de bombeo contra incendio. Se realizó una memoria descriptiva que incluye todas las especificaciones de los materiales y equipos por utilizar y se incluye un documento en donde se muestre el presupuesto considerando el diseño, suministro y la instalación del sistema fijo contra incendios.

Debido a que es un proyecto otorgado a Salvavidas de Centroamérica S.A. se consideran las demandas y requerimientos del cliente, siempre y cuando no violen lo estipulado en la normativa. Cabe destacar que la normativa utilizada y acogida internacionalmente será la NFPA, por lo que todo el diseño se realizó tomando en cuenta los criterios de esta.

1.2. Objetivos

A continuación, se presenta el objetivo general y los específicos, los cuales corresponden a las actividades realizadas en la PDG.

1.2.1 Objetivo general

Diseñar el sistema fijo contra incendios para una planta de almacenamiento de líquidos inflamables, cumpliendo con lo establecido en la normativa NFPA, para salvaguardar la vida humana y los bienes materiales dentro del edificio.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Determinar el tipo de riesgo de la planta, según lo establecido en las normas NFPA, planos de distribución arquitectónica, etc., para contar con la documentación necesaria para diseñar el sistema de protección contra incendios adecuado.
2. Definir la ruta de la tubería principal de alimentación, la ubicación del equipo de bombeo contra incendios y el tanque de almacenamiento de agua, etc., aplicando los criterios de diseño que establece la normativa NFPA para determinar la capacidad del equipo de bombeo (caudal y presión).
3. Generar el diseño en donde se muestre el sistema de rociadores automáticos, red exterior, casa de máquinas con el equipo de bombeo, sistemas de espuma, detalles de soportes, etc., mediante un software de diseño para elaborar el conjunto de láminas que el cliente requiere.
4. Elaborar un documento que considere el presupuesto de los materiales, equipos y la instalación del sistema fijo contra incendios, mediante formatos establecidos por Salvavidas de Centroamérica S.A., para ofrecerle al cliente una estimación general de lo que costará el proyecto.

1.3. Antecedentes

Actualmente, la empresa cliente cuenta con un sistema fijo de supresión contra incendios en distintas áreas de la planta, pero este no cumple con los criterios de la NFPA según la evaluación realizada por Salvavidas de Centroamérica S.A., esto representa riesgos para los trabajadores y los bienes materiales de la planta ya que el sistema actual contra incendios no podrá suprimir un posible incendio.

Por otra parte, la planta almacena líquidos inflamables en la modalidad de tanques verticales y horizontales de hasta 3,9 m de altura y 7,4 m de longitud, respectivamente, por lo que, en el caso de un eventual incendio en uno de los tanques, este podría hacer que los tanques adyacentes se incendien a tal manera de no poder controlarlo ocasionando un gran impacto ambiental, económico y social.

De acuerdo con lo anterior, el cliente solicita a la empresa Salvavidas de Centroamérica S.A. el servicio de diseño del sistema fijo contra incendios, el cual se realizó por medio de esta PDG.

1.4. Justificación

La planta de almacenamiento de líquidos inflamables cuenta con un sistema fijo contra incendios que no está de acuerdo con la normativa vigente, por lo que el sistema actual debe ser demolido y reemplazado. El nuevo diseño pretende cumplir con los requerimientos para que, en un eventual incendio, el sistema sea capaz de suprimir el fuego evitando pérdidas humanas y materiales.

Debido a que la planta almacena líquidos inflamables dentro de sus bodegas y áreas de almacenamiento de tanques verticales y horizontales de gran magnitud, hay riesgo de derrames o algún otro factor que genere un incendio que no pueda ser controlado. De acuerdo con lo anterior, se plantean escenarios de incendio que pueden ocurrir, un ejemplo de esto es lo siguiente:

Se considera el hecho que se desarrolla un incendio en el tanque de mayor capacidad de almacenamiento, durante el conato y debido a la dirección y fuerza del viento de la zona, se da la posibilidad de que la llama de fuego producida experimente una inclinación hacia un tanque cercano y en este se produzca un incendio. También se considera la posibilidad de que el sistema de espuma actual de este mismo tanque de mayor diámetro no funcione correctamente, por lo que el incendio se torne incontrolable.

Por otra parte, cabe destacar que la planta está ubicada junto a una autopista y cerca de otras empresas, por lo que hay posibilidades de que el incendio se extienda. Todos estos aspectos de posibles riesgos hacen imperativo la implementación de un nuevo diseño del sistema fijo contra incendios que cumpla con lo establecido en las normas NFPA. Por esto, se realizó el diseño de este sistema que incluye todos los equipos y materiales necesarios para el correcto funcionamiento del sistema de supresión de incendios y se está presentando como mi Práctica Dirigida de Graduación.

1.5. Mecanismos de evaluación periódica

En este apartado se muestra la lista de tareas elaborada en común acuerdo con la empresa Salvavidas de Centroamérica S.A. Se establecen cuales son los documentos por entregar y las evaluaciones correspondientes para determinar el grado de avance de la PDG.

1.5.1 Entregables

En la siguiente lista se detallan los documentos entregables de la PDG:

- Plano conjunto donde muestre la ruta de la tubería establecida.
- Cálculo hidráulico del sistema para determinar la capacidad del equipo de bombeo contra incendios.
- Cálculo antisísmico de la tubería del sistema.
- Compendio de los planos del sistema fijo contra incendios en formato bidimensional y tridimensional según lo amerite ver con más detalle el sistema.
- Memoria descriptiva del diseño.
- Presupuesto tanto de materiales como de la instalación del sistema diseñado.

1.5.2 Mecanismos de evaluación

En la siguiente lista se presenta el mecanismo de evaluación que se va a utilizar para la PDG:

- | | |
|--|-----|
| • Cálculo hidráulico | 10% |
| • Planos en formato bidimensional | 35% |
| • Cálculo antisísmico | 5% |
| • Planos en formato tridimensional (isométricos) | 25% |
| • Memoria descriptiva | 15% |
| • Presupuesto | 10% |

1.6. Patrocinio

Esta práctica dirigida de graduación fue patrocinada por la empresa Salvavidas de Centroamérica S.A, cédula jurídica 3-101-118017, en su sede central ubicada en La Asunción de Belén, Heredia, Costa Rica, número de contacto (506) 2293-1248 Ext. 112. Esta es una empresa privada dedicada al diseño, suministro, instalación y mantenimiento de los sistemas de protección contra incendios. Este trabajo estuvo bajo la supervisión de la M Sc. Marcela Sauma Quirós y el departamento de ingeniería, además, se firmó un acuerdo bilateral que indica que lo realizado por mi persona (entregables, planos, etcétera) es propiedad de Salvavidas de Centroamérica S.A., por lo que asumen la responsabilidad de que las actividades establecidas en el apartado de mecanismos de evaluación se cumplan de manera legítima y correcta, al igual que mi persona acepta la responsabilidad de cumplir con dichas actividades en el tiempo establecido por la empresa. (Ver Anexo A.1)

Finalmente, cuento con la ayuda académica del ingeniero Daniel Bolaños Burbano de Lara como asesor director y el ingeniero Manuel Corella Vargas como asesor interno, para guiarme en el ámbito académico y poder llevar a cabo mi proyecto de graduación.

1.7. Aportaciones y productos

Para esta PDG se presenta un diseño eficaz del sistema fijo contra incendios que cumpla con la normativa vigente, con el objetivo de que funcione eficientemente ante cualquier eventualidad de incendio. Por lo que se hace el estudio correspondiente y la revisión de las normas NFPA aplicables.

Tal como se estableció en los mecanismos de evaluación periódica, para llevar a cabo esta PDG se necesitaron realizar distintas actividades que a grosso modo son los aportes que se plantearon para que el resultado final sea el diseño adecuado y acorde a la normativa, estas actividades son las siguientes:

1. Cálculo hidráulico del sistema para determinar la capacidad del equipo de bombeo contra incendios.
2. Compendio de los planos del sistema fijo contra incendios en formato bidimensional.
3. Cálculo antisísmico de los soportes de la tubería del sistema.
4. Compendio de planos del diseño del sistema de rociadores contra incendios en formato tridimensional de donde se requiera ver con más detalle.
5. Memoria descriptiva del diseño.
6. Presupuesto tanto de materiales como de la instalación del sistema diseñado.

Nota: Dentro de los documentos entregables mencionados en el apartado de Mecanismos de Evaluación, no se incluye lo siguiente: (ver Anexo A.6)

- 1) El nombre de la empresa se considera como “Planta de líquidos inflamables”.
- 2) Los precios unitarios de todos los equipos, tubería y accesorios necesarios para el sistema no se incluyen en el presupuesto, solo se muestran montos globales.
- 3) Las MSDS (Material Safety Data Sheet) o fichas técnicas de los líquidos que se almacenan no se publicarán debido a que son brindados por el cliente, pero sí se muestran las características de los líquidos o datos relevantes en caso de ser necesarios para el diseño.

1.8. Metodología

En este apartado se muestran los pasos por seguir para llevar a cabo la PDG de acuerdo con los objetivos establecidos anteriormente.

- A. Análisis de los planos suministrados para determinar el tipo de riesgo del edificio.
- B. Estudio de las normas NFPA para obtener la información necesaria para diseñar según el tipo de riesgo del edificio.
- C. Elaboración del cálculo hidráulico.
- D. Estudio de la NFPA 20 para establecer a configuración adecuada del sistema de bombeo contra incendios del edificio.
- E. Analizar a profundidad los planos suministrados para establecer las rutas de las tuberías principales, los ramales y la distribución de los rociadores.
- F. Modelo tridimensional del sistema y el equipo de bombeo contra incendios utilizando un software de diseño.
- G. Elaboración del cálculo antisísmico de la tubería del sistema.
- H. Generar los planos del sistema en formato bidimensional o tridimensional (isométrico) según lo requiera.
- I. Generar las láminas con los detalles de válvulas, tubería vertical, equipo de bombeo, red exterior, etcétera.
- J. Elaboración del documento de la memoria descriptiva con todos los detalles del sistema de rociadores.
- K. Confección del presupuesto del sistema, tanto materiales y accesorios como la instalación del mismo.

CAPÍTULO

2. Marco temático de referencia

Para el entendimiento de este trabajo es necesario aclarar ciertos conceptos de gran importancia que ayudan a comprender mejor los temas tratados, tales como la definición de aprobado, listado y vocabulario técnico básico de las normas utilizadas, entre otros.

2.1. Vocabulario técnico básico de las normas NFPA

Las normas NFPA utilizan vocabulario técnico para determinar la condición de aspectos relacionados al diseño de sistemas contra incendios, a continuación, se muestran los conceptos aplicables a esta PDG tomados de la NFPA 101, la cual corresponde al Código de Seguridad Humana, versión 2021 en español. Esta norma define una variedad de conceptos relevantes al tema de la seguridad y otros aspectos importantes por considerar para poder comprender lo que se plantea, estos apartados se encuentran en el capítulo 3 de la misma. Los aspectos aplicables al caso de la investigación en cuestión son los siguientes:

- Apartado 3.2.1 Aprobado. Aceptable para la autoridad competente.
- Apartado 3.2.2 Autoridad Competente (AC). Una organización, oficina o individuo responsable de hacer cumplir los requerimientos de un código o norma, o de aprobar equipos, materiales, una instalación o un procedimiento.

Según la norma, la autoridad competente debe determinar si se cumplen los requisitos de este código e indica en el apartado 4.6.1.2 que cualquier requisito que sea esencial para la seguridad de los ocupantes del edificio y que no está contemplado específicamente en este código, debe ser determinado por la autoridad competente, seguido del apartado 4.6.1.3 que establece que donde es evidente que se provee un grado razonable de seguridad, debe permitirse que cualquier requisito sea modificado si, a juicio de la autoridad competente, su aplicación puede ser peligrosa en condiciones normales de ocupación.

- Apartado 3.2.5 Listado. Equipos, materiales o servicios incluidos en una lista publicada por una organización que es aceptable para la autoridad competente y que está relacionada con la evaluación de productos o servicios, que mantiene inspecciones periódicas de la producción de los equipos o materiales listados, o evaluaciones periódicas de los servicios, y que por medio del listado establece que los equipos, materiales o servicios cumplen con normas designadas apropiadas o que han sido ensayados y considerados aptos para un propósito determinado.
- Apartado 3.2.6 Debe. Indica un requisito obligatorio.
- Apartado 3.2.7 Debería. Indica una recomendación o aquello que es aconsejable pero no requerido.

2.2. Cálculo de la capacidad del tanque de almacenamiento de agua

Para el cálculo de la capacidad del tanque de almacenamiento de agua se toma como referencia la NFPA 16, versión 2019 en español, en donde se indican los requisitos para el cálculo de la capacidad del tanque de reserva de agua contra incendios.

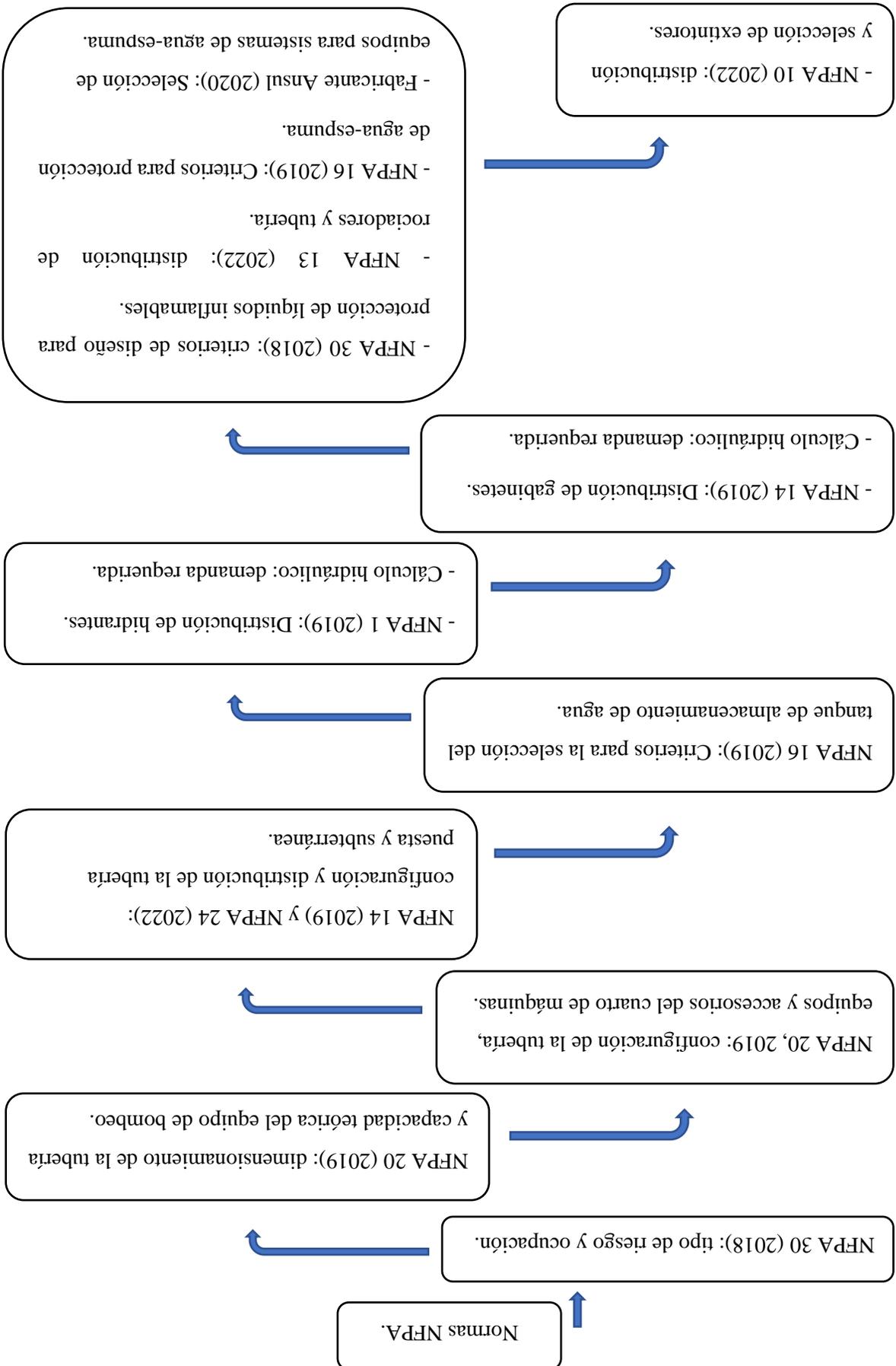
La fórmula corresponde a la siguiente:

$$\textit{Capacidad del tanque de agua} = G \times D. \quad (2.1)$$

En donde G corresponde al caudal total en l/min de la bomba y D corresponde a la duración en minutos de acuerdo con la NFPA 16.

2.3. Diagrama de normas

A continuación, se presenta un diagrama en donde se indican las normas utilizadas para llevar a cabo el diseño del sistema contra incendios mencionado.



CAPÍTULO

3. Desarrollo

Este capítulo incluye el diseño propuesto tomando en cuenta los criterios de las normas NFPA aplicables para el desarrollo de los sistemas tales como el sistema de gabinetes de mangueras, el sistema de hidrantes y red exterior de alimentación, el de bombeo, el diseño del tanque de almacenamiento de agua, los sistemas de espuma de la planta de almacenamiento de líquidos inflamables, entre otros.

En la **Figura 3.1** se observa la distribución arquitectónica que tiene la planta actualmente, la cual cuenta con seis bodegas en las cuales se almacenan líquidos corrosivos y líquidos inflamables, también cuenta con tanques de almacenamiento horizontal y vertical.

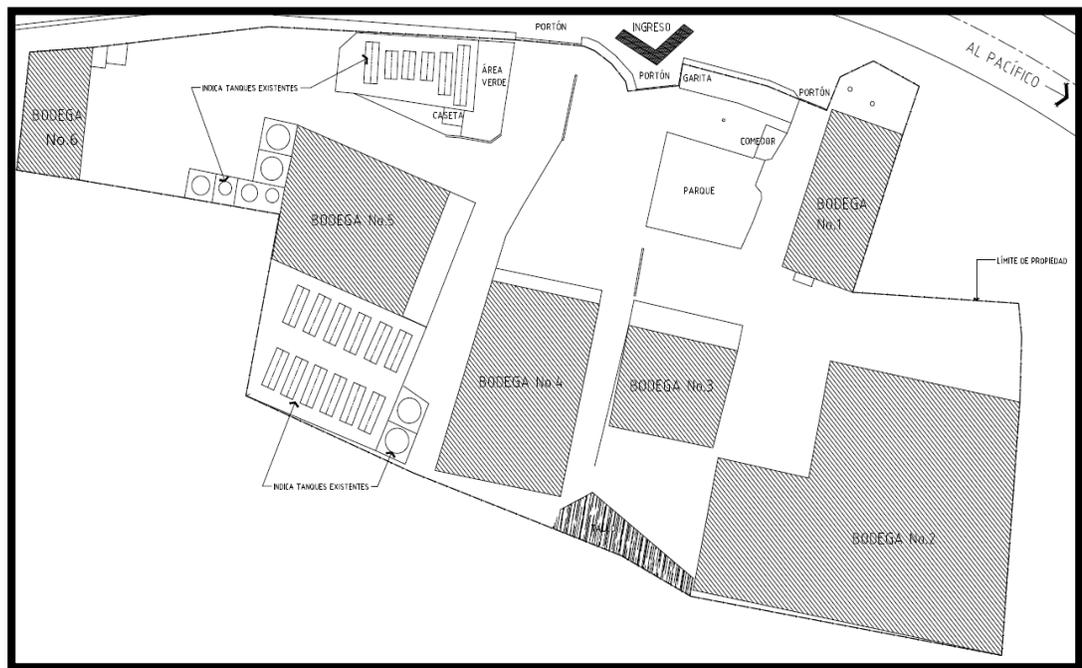


Figura 3.1. Plano arquitectónico conjunto.

Fuente: (Empresa cliente, 2020).

Cabe destacar que la Bodega #5 es la que se utiliza para almacenar líquidos inflamables, en las demás bodegas se almacenan líquidos corrosivos por lo que el diseño es de un sistema

de rociadores para la bodega #5 y para las demás bodegas se utilizan gabinetes de manguera clase III. También se contempla dentro del diseño la distribución de hidrantes y extintores alrededor de las instalaciones de la planta.

En la **Figura 3.2** se muestra una vista preliminar en tercera dimensión de lo que corresponde al diseño del sistema fijo contra incendios, en el que se muestra la distribución de gabinetes de manguera clase III, hidrantes, la red exterior de alimentación y la nave de la Bodega #5 la cual está protegida por rociadores automáticos.

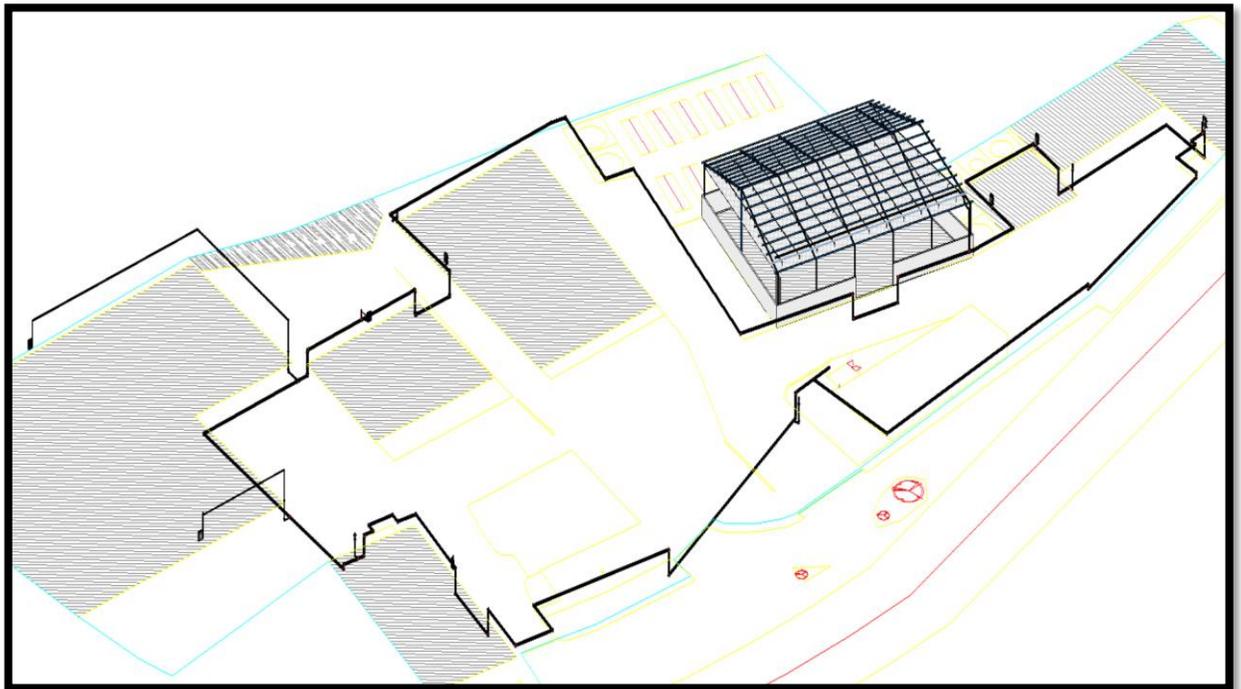


Figura 3.2. Vista en 3D de la planta.

Fuente: (Autor, 2022).

3.1. Tipo de riesgo y ocupación de la planta

Para el análisis de los riesgos que presenta se tomaron como referencia las hojas de seguridad de los líquidos almacenados y los planos arquitectónicos otorgados por la administración de la planta de almacenamiento de líquidos inflamables. Para esto se realiza el estudio de cada uno de los líquidos que esta empresa almacena considerando el punto de

inflamabilidad y el punto de ebullición (en °C), para de esta manera clasificar los líquidos que se almacenan y así obtener un criterio de acuerdo con las normas NFPA.

Se obtiene por medio de la NFPA 30, la cual corresponde al Código de Líquidos Inflamables y Combustibles, en su versión 2018, que la planta se clasifica como ocupación de Almacenamiento, ya que se almacenan cantidades considerables de líquidos inflamables o combustibles en tambores y otros contenedores con capacidad individual no mayor de 450 l (119 gal) y en tanques portátiles con capacidad individual no mayor a 2 500 l (660 gal), debido a esto, los criterios obtenidos de las normas serán dirigidos a este tipo de ocupación.

La planta está ubicada cerca de zona residencial y de una carretera principal en donde transitan vehículos de particulares, siendo esto un punto focal importante por abarcar en esta clasificación, ya que, en caso de incendio, tanto las llamas como el humo o gases tóxicos durante un eventual conato o explosión, pueden llegar a causar daños materiales, ambientales, problemas de salud o incluso la muerte a las personas de las zonas residenciales cercanas.

La **Figura 3.3** corresponde a una vista satelital de la planta en estudio (marcada en el recuadro color amarillo). Se puede observar que a la derecha de la misma se encuentra la carretera principal en donde transitan vehículos de particulares con regularidad. Por otro lado, se pueden visualizar varias zonas residenciales y empresariales, de las cuales se desconoce su ocupación.



Figura 3.3. Vista satelital de la planta.

Fuente: (Google Maps, 2021).

Este análisis se tomó en cuenta para el diseño del sistema contra incendios, siendo fundamental para el cálculo de la capacidad del equipo de bombeo y de la reserva de agua contra incendios que debe tener el tanque.

3.2. Tubería principal de alimentación y equipo de bombeo contra incendio

A continuación, se muestra el procedimiento para dimensionar las tuberías exteriores que brindarán agua a los demás sistemas, también se determina la capacidad del sistema de bombeo que se utiliza con ayuda de la normativa vigente y tomando en cuenta los cálculos hidráulicos realizados.

3.2.1 Equipo de bombeo

Para el diseño de la casa de máquinas, la distribución y el dimensionamiento de la tubería principal de alimentación se tomó como referencia la NFPA 20 que corresponde a la norma para la instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios, en la cual se indican las características que debe de tener la bomba de acuerdo con su capacidad, tal como se muestra en la **Tabla 3.1**.

Tabla 3.1. Resumen de información sobre bombas contra incendio centrífugas.

Certificación de la bomba (L./min)	Tamaños mínimos de tuberías (Nominal) (mm)							Suministro cabezal de manguera
			Válvula de alivio	Descarga válvula de alivio	Dispositivo de medición	Cantidad y tamaño de		
	Succión ^{ab,c}	Descarga ^a				Válvulas manguera	Conexiones sin rosca	
95	25	25	19	25	32	1 — 38	1 — 65	25
189	38	32	32	38	50	1 — 38	1 — 65	38
379	50	50	38	50	65	1 — 65	1 — 65	65
568	65	65	50	65	75	1 — 65	1 — 65	65
757	75	75	50	65	75	1 — 65	1 — 65	65
946	85	75	50	65	85	1 — 65	1 — 65	75
1,136	100	100	65	85	85	1 — 65	1 — 65	75
1,514	100	100	75	125	100	2 — 65	1 — 125	100
1,703	125	125	75	125	100	2 — 65	1 — 125	100
1,892	125	125	75	125	125	2 — 65	1 — 125	100
2,839	150	150	100	150	125	3 — 65	1 — 125	150
3,785	200	150	100	200	150	4 — 65	1 — 125	150
4,731	200	200	150	200	150	6 — 65	1 — 125	200
5,677	200	200	150	200	200	6 — 65	1 — 125	200
7,570	250	250	150	250	200	6 — 65	2 — 125 ^d	200
9,462	250	250	150	250	200	8 — 65	2 — 125 ^d	250
11,355	300	300	200	300	200	12 — 65	2 — 125 ^d	250
13,247	300	300	200	300	250	12 — 65	3 — 125 ^d	300
15,140	350	300	200	350	250	16 — 65	3 — 125 ^d	300
17,032	400	350	200	350	250	16 — 65	3 — 125 ^d	300
18,925	400	350	200	350	250	20 — 65	3 — 125 ^d	300

Fuente: (NFPA 20, 2019).

El diseño se realizó considerando una bomba tipo carcasa partida de 9 462 l/min (2 500 gpm), por lo que la tubería de descarga, según lo que indica la **Tabla 3.1**, sería de 250 mm (10”) de diámetro. De esta manera se dimensiona la tubería exterior de alimentación del sistema.

Se hicieron cálculos hidráulicos en los sistemas diseñados, estos corresponden al sistema de gabinetes clase III, el sistema de hidrantes y el sistema de rociadores automáticos de la Bodega #5. Para estos se utilizó un software como herramienta, en el cual se puede obtener

la información relevante en cuanto a la demanda de agua de cada uno. Cabe destacar que la capacidad considerada de la bomba se obtuvo tomando en cuenta los datos reflejados en el cálculo hidráulico del sistema más crítico y demandante. En este caso corresponde al sistema de la Bodega #5, el cual es protegido en su totalidad por rociadores automáticos, esto refleja una demanda de 9 342,40 l/min (2 468,14 gpm), por lo que se puede utilizar una bomba con capacidad de 9 462 l/min (2 500 gpm), (Ver **Anexo A.8**). Esta información está más detallada en el apartado **3.3.3.6**, en donde se abarca el tema del cálculo hidráulico del sistema de rociadores de la Bodega #5, el método utilizado y los parámetros necesarios para el mismo.

La presión de la bomba es seleccionada de acuerdo con lo que indique el cálculo hidráulico según la distribución del sistema de rociadores, se hacen los ajustes necesarios y hasta obtener un margen positivo se decide el valor, para este caso el sistema funciona adecuadamente con una presión de 9,65 bar (140 psi).

Ya teniendo seleccionados los valores principales del equipo de bombeo, se procede a seleccionar la bomba y el motor que harán fluir el agua del sistema. Para este diseño se utilizó una bomba del tipo carcasa partida marca Fairbanks Nijhuis[®], modelo 8''-1824BF, con succión en 250 mm (10'') y descarga en 200 mm (8''). El motor será marca Clark[®], modelo JW6H-UFAD70, de 298 kw (399 hp), 2 100 rpm y 12 V. En la **Figura 3.4** se detallan las partes principales del conjunto bomba-motor.

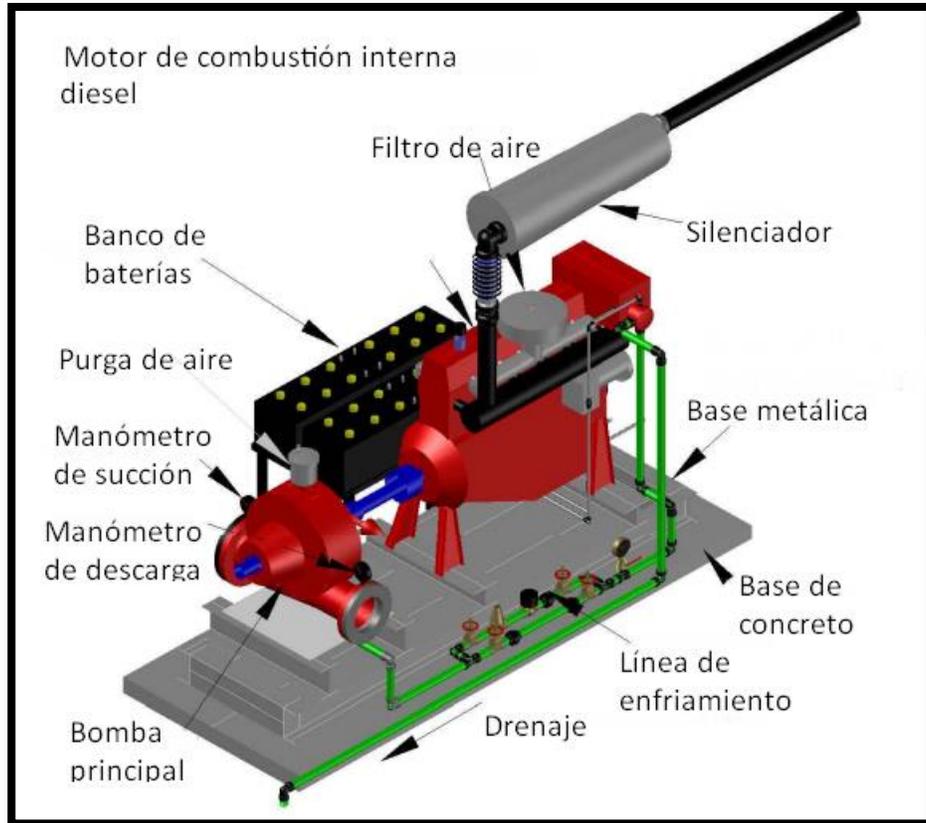


Figura 3.4. Detalle conjunto bomba-motor.

Fuente: (Autor, 2022).

En cuanto a la construcción del cuarto de máquinas, la NFPA 20, en su versión 2019, indica que las paredes deberán tener al menos un 50% de apertura para su correcta ventilación, que, según la capacidad del motor, debe ser de mínimo de $2,62 \text{ m}^3/\text{s}$ (5 538 cfm) de aire.

Se incluye una bomba jockey que es la encargada de mantener la presión del sistema ante caídas por la expansión de la tubería, debido a cambios de temperatura, esto ayuda a que la bomba principal no interceda por cualquier cambio de presión y evite el desgaste. La bomba jockey tendrá un caudal de $94,63 \text{ l/min}$ (25 gpm) y una presión de 10,34 bar (150 psi) de acuerdo con lo mencionado en la NFPA 20, el modelo será PVM5-13, trifásico, 230/460V y $3,73 \text{ kw}$ (5 Hp), con válvula de alivio en 19 mm (3/4"). En la **Figura 3.5** se muestra el detalle de la instalación correcta de la bomba jockey.

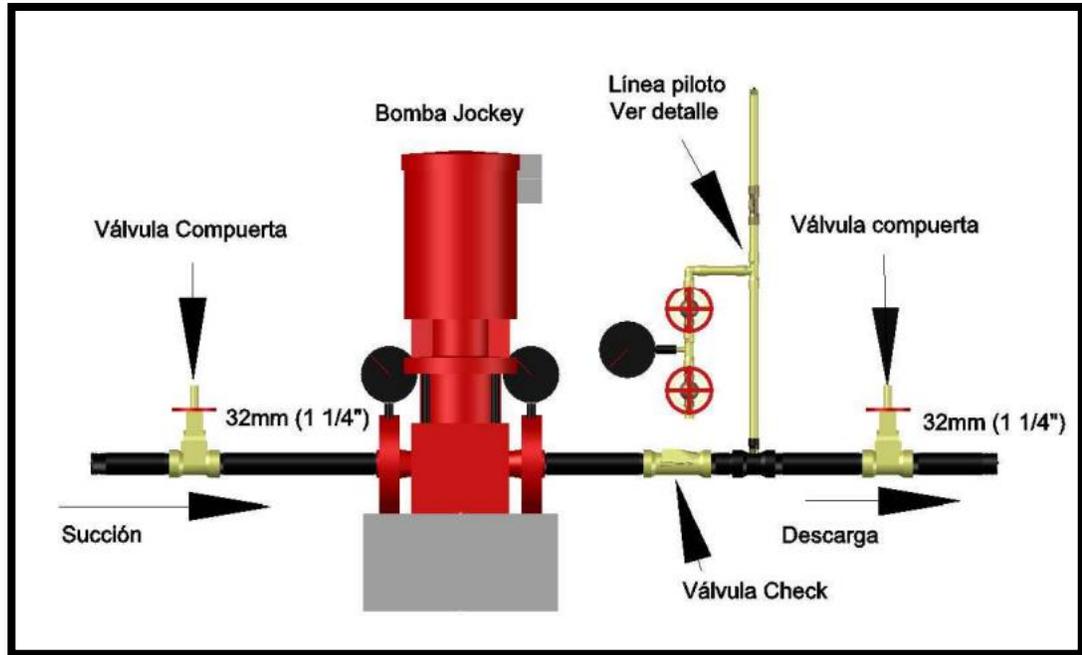


Figura 3.5. Detalle de instalación, bomba jockey.

Fuente: (Autor, 2022).

El panel de control de la bomba principal será marca Eaton, modelo FD120, de 12 V, 60 Hz, con protección NEMA 2. El panel de la bomba jockey es de la misma marca y el modelo es XTJP-G07-L1-T, de 220V-240V, trifásico, de 60 Hz, con protección NEMA 2.

Aparte del equipo mencionado anteriormente, se requieren accesorios adicionales para que el sistema esté completo, estos serían la mufla grado residencial en 150 mm (6''), reducción concéntrica de 200 mm x 250 mm (8''x10''), 8 válvulas del cabezal de pruebas en 65 mm (2-1/2''), válvula de alivio de presión de 150 mm (6'') y cono de descarga de 150 mm x 250 mm (6''x10''), medidor de flujo en 200 mm (8''), además, se incluye el tanque de combustible diésel, con pared sencilla, de 2 166 l (572 gal) de los cuales solo 1 950 (515 gal) serán utilizables.

En la **Figura 3.6** se puede ver el detalle de la instalación del medidor de flujo, este deberá contar con dos válvulas mariposa a los lados que permitan abrir y cerrar el flujo a través del medidor, estas válvulas deben ir instaladas a mínimo 5 diámetros de distancia para la válvula mariposa del suministro y a mínimo 2 diámetros de distancia de la válvula mariposa del retorno al tanque.

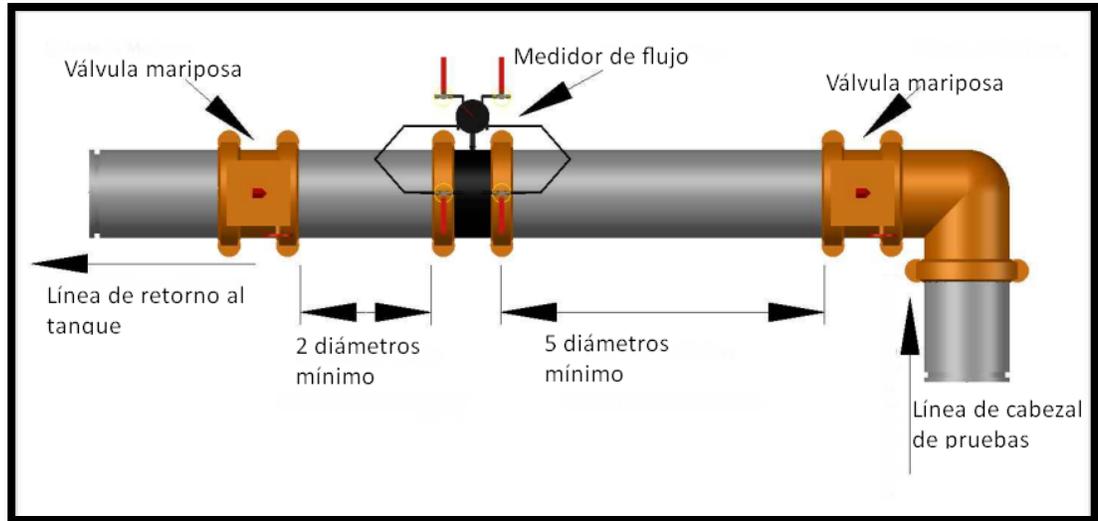


Figura 3.6. Detalle de instalación, medidor de flujo.

Fuente: (Autor, 2022).

En la **Figura 3.7** se muestra el detalle de la instalación del tanque de combustible, este debe estar por sobre el nivel del suelo, libre de óxido y contar con indicador de nivel, línea de venteo, línea de llenado, salida para suministrar al motor con una válvula asegurada y una prevista para drenar el tanque, además, deberá incluir un dique de contención por debajo que tenga la capacidad de retener el 125% de la capacidad del tanque en caso de derrames.

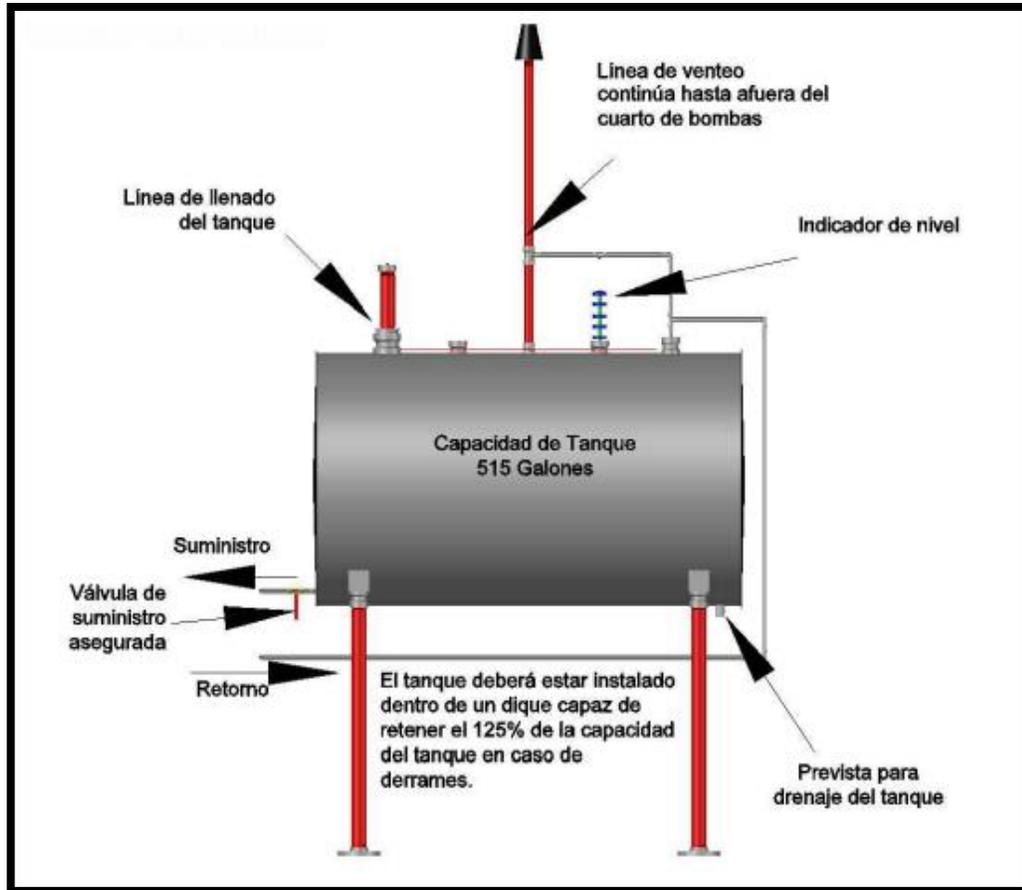


Figura 3.7. Tanque de combustible.

Fuente: (Autor, 2022).

El cuarto de máquinas debe protegerse con un sistema de rociadores, por lo que se utiliza la norma NFPA 13 para seleccionar el criterio de diseño y distribuir los rociadores correctamente. Esto da como resultado que el tipo de rociador por utilizar es factor $K = 8$, respuesta estándar, diámetro de 19 mm (3/4”), temperatura de 93,33 °C (200 °F), del tipo montante. El modelo por utilizar será TY-4151, marca Tyco®.

En la **Figura 3.8** se muestra la vista en 3D del detalle general del montaje del equipo de bombeo con toda su tubería y accesorios.

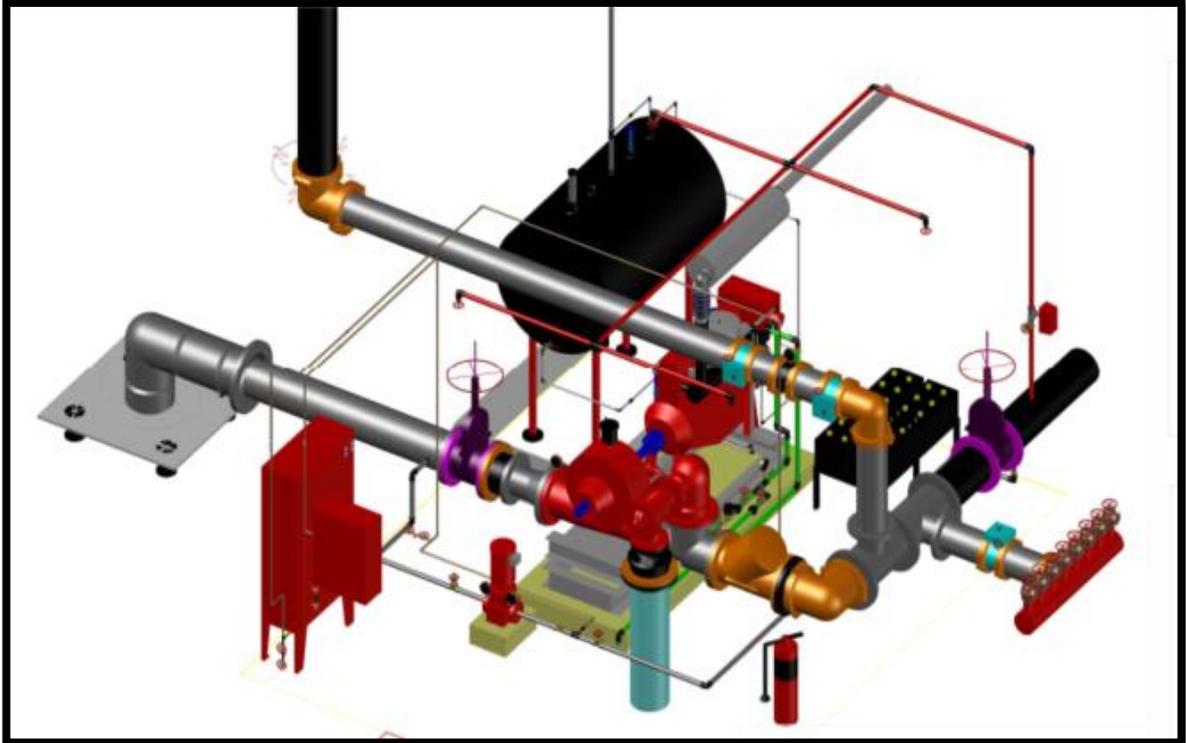


Figura 3.8. Vista 3D del cuarto de bombas.

Fuente: (Autor, 2022).

La ubicación del panel de control de la bomba principal y el panel de la bomba jockey están uno al lado del otro, correctamente censados a las bombas y a los motores, además se encuentran alejados de la tubería y del suelo, para evitar daños por corrosión o cortos circuitos en caso de fugas del sistema, lo mismo en el caso de las baterías.

Por otra parte, se colocaron válvulas de compuerta antes del cabezal de pruebas, antes del medidor de flujo, en la succión y descarga de la bomba, permitiendo aislar el equipo para realizarle pruebas de rendimiento y mantenimiento según la norma NFPA 25.

3.2.2 Tubería principal de alimentación.

En este apartado se muestra la distribución de la tubería exterior principal de alimentación, la cual es un anillo de 250 mm (10'') de diámetro que rodea todo el perímetro de la planta de almacenamiento de líquidos inflamables y suministra agua a todos los sistemas.

En la **Figura 3.9** se observa toda la distribución de la tubería exterior y su recorrido por todas las bodegas de la planta. Esto se realizó de esta manera para que todos los sistemas (gabinetes clase III, hidrantes y sistema de rociadores) se pudieran conectar con facilidad a la red de alimentación principal.

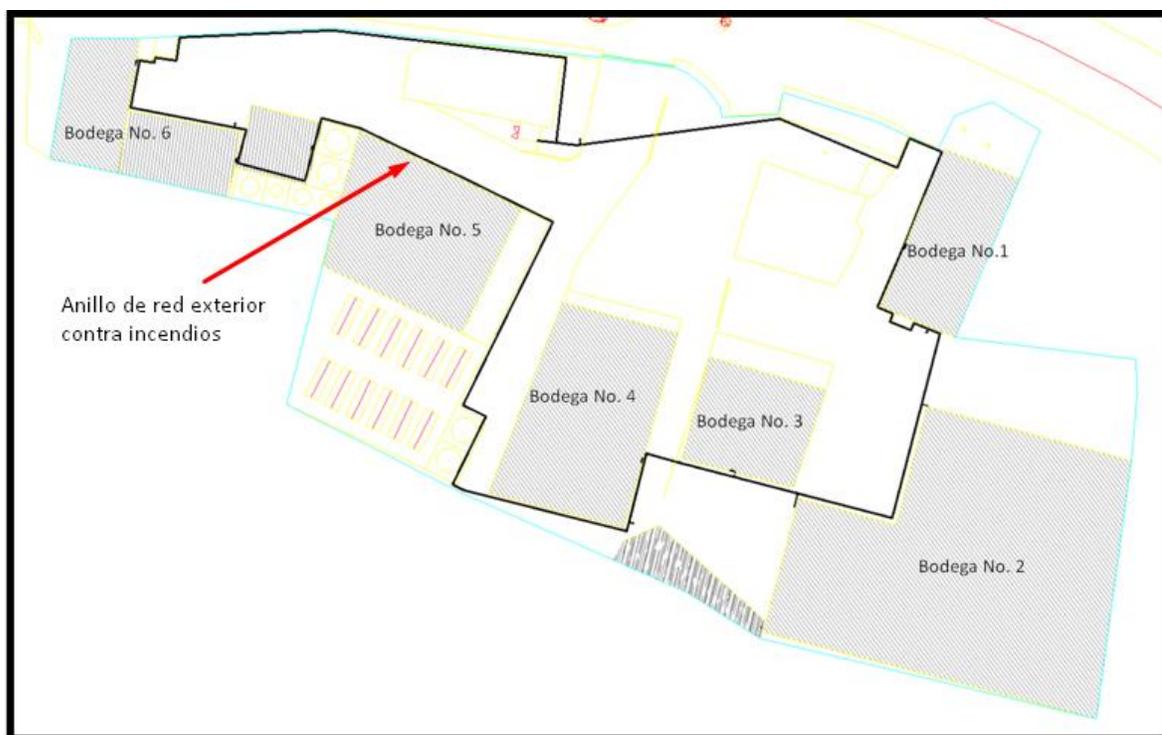


Figura 3.9. Distribución de la tubería exterior principal de alimentación.

Fuente: (Autor, 2022).

De acuerdo con lo solicitado por el cliente, se decide mantener esta tubería exterior y no enterrada, a excepción de los pasos de vehículos y pasos peatonales, en estos casos la tubería será subterránea y se diseñará de acuerdo a lo indicado en las normas NFPA 14 y 24.

Como se mencionó anteriormente, esta tubería alimenta a cada uno de los gabinetes de manguera de las bodegas que almacenan líquidos corrosivos, los hidrantes y el sistema de rociadores de la Bodega #5. Este anillo se conecta a la bomba de incendios principal ubicada en la casa de máquinas, la cual está situada de acuerdo con lo que indica la **Figura 3.10**.

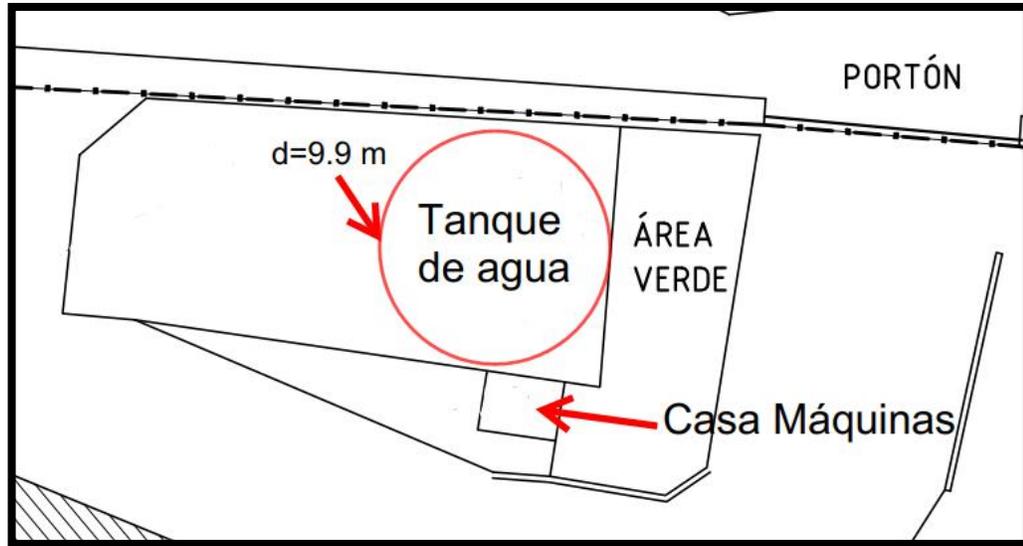


Figura 3.10. Ubicación casa de máquinas y tanque de almacenamiento de agua.

Fuente: (Autor, 2022).

La tubería del anillo será de hierro negro, cédula 10 y se pintará color rojo para evitar la corrosión debido a las condiciones climáticas, además, tanto los tubos como los accesorios se unirán por medio de soldadura. En la transición de la tubería exterior a la subterránea, se utilizará tubería de hierro dúctil unida por medio de bridas a ambos extremos, esto evita que la red en hierro negro se oxide y la tubería C-900 se dañe por los rayos del sol.

La red de tubería exterior será sujeta por soportes de pedestal anclados a la losa de concreto, estos soportes están distribuidos a cada 4,5 m de acuerdo con las recomendaciones de la norma NFPA 13.

Para el caso de la toma siamesa se utilizará el modelo 6136, marca Guardian[®]. Esta incluye una entrada de 150 mm (6'') y tres salidas de 65 mm (2-1/2''), incluye tapas y cadenas y la placa informativa que va sujeta a la pared. A este conjunto se le incorpora una válvula antirretorno, para evitar que el agua salga por la siamesa al momento de que el departamento de bomberos intente introducir agua al sistema. En la **Figura 3.11** se muestra el detalle de la misma con dimensiones en sistema inglés.

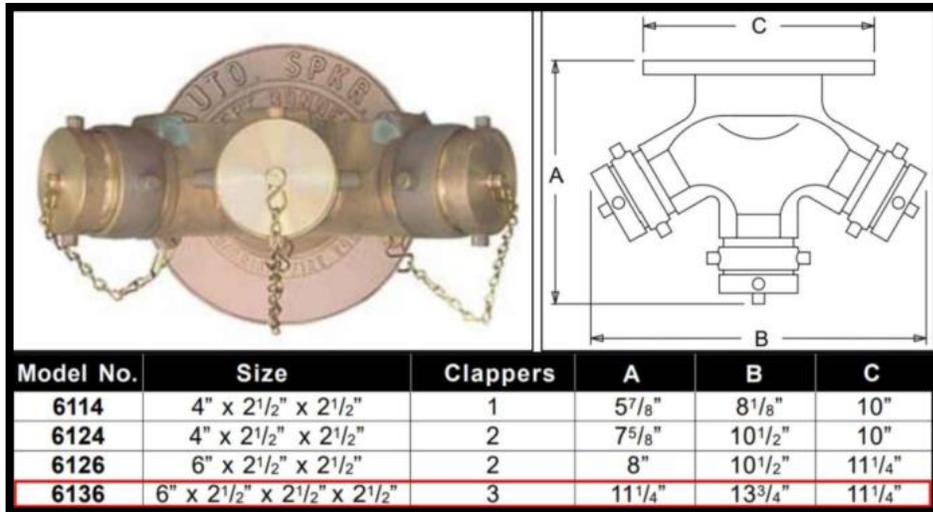


Figura 3.11. Detalle de toma siamesa.

Fuente: (Catálogo de Guardian®, 2010).

La tubería de alimentación de la toma de bomberos será de 150 mm (6'') de diámetro, sin embargo, se le coloca un adaptador macho para disminuir el diámetro a 114 mm (4-1/2'') con tipo de rosca NST, con tapa, para la conexión con las mangueras del cuerpo de bomberos. A esta toma se le debe colocar una válvula de compuerta de 150 mm (6'') para abrir o cerrar el flujo según sea necesario.

La toma siamesa y la toma directa de bomberos, serán de pared y estarán empotradas en un muro de concreto con el objetivo de evitar vibraciones y mejorar la sujeción.

3.2.3 Tanque de reserva de agua contra incendios

En este apartado se abarcará lo relacionado al dimensionamiento del tanque de reserva de agua contra incendios, tomando en cuenta los tanques tamaño estándar que ofrecen los fabricantes y el cálculo establecido en la norma según lo dicho en el apartado 2.3 y la ecuación 2.1.

Para realizar el cálculo se utilizan 60 min como la variante "D" de la ecuación, de acuerdo con lo especificado en la norma NFPA 16, en su versión 2019, debido a que las condiciones y tipo de sistema de agua-espuma lo permite de esta manera. Según lo especificado en la

Tabla 3.1 y tal como se mencionó en el apartado **3.2.1**, la capacidad de la bomba corresponde a 9 462 l/min.

De acuerdo con el cálculo de la capacidad del tanque de almacenamiento de agua, se requieren 568 800,0 l de agua (150 000 gal) por lo que según la **Tabla 3.2**, la cual corresponde a las capacidades de los tanques establecidos por uno de los proveedores de la empresa Salvavidas de Centroamérica S.A, se opta por la selección del tanque de 568 000,0 l (150 000,0 gal) de capacidad.

Tabla 3.2. Capacidad del tanque de almacenamiento de agua.

Capacidad l (gal)	Diámetro m (ft)	Altura m (ft)
379 200,0 (100 000,0)	9,9 (32,48)	4,9 (16,2)
568 800,0 (150 000,0)	9,9 (32,48)	7,4 (24,27)
758 400,0 (200 000,0)	9,9 (32,48)	9,8 (32,15)

Nota: tomado de Salvavidas de Centroamérica S.A, 2021.

Según lo indicado en la **Tabla 3.2**, las dimensiones del tanque de acero apernado de almacenamiento de agua serán de 9,9 m (32,48 ft) de diámetro y 7,4 m (24,27 ft) de altura, esto se ve reflejado en la **Figura 3.10**.

3.2.4 Tubería subterránea

Tal como se menciona en el apartado **3.2.2**, la distribución de tubería subterránea se limita a los pasos de vehículos y pasos peatonales, esto con el propósito de disminuir los costos en cuanto al zanqueo, relleno y pavimentación. Como se mencionó anteriormente, en estas transiciones de tubería exterior en hierro negro a tubería subterránea en CPVC, se utilizarán tubos de hierro dúctil, de acuerdo con lo indicado en la norma NFPA 24. Cabe mencionar que las tuberías que serán utilizadas deben ser listadas y certificadas para la presión de trabajo máxima del sistema. También deben de seguir las normas de fabricación para la tubería subterránea. Los datos e información técnica se encuentran con más detalle en el **Anexo A.11**, que corresponde a la memoria descriptiva del diseño.

3.2.4.1 Accesorios

Los accesorios que se utilizarán en el diseño deben ser listados y se permite el uso de accesorios fabricados de acuerdo con las normas ASME B16.4, ASME B16.1 para hierro fundido, AWWA C110/A21.10, AWWA C153/A21.53 para hierro dúctil y ASME B16.3 para hierro maleable. Esto se muestra con más detalle en el **Anexo A.11**.

En la **Figura 3.12** se muestra la configuración que tienen los cambios de dirección de la tubería subterránea, este arreglo incluye el codo de hierro dúctil, la brida y los pernos encargados de sujetar el accesorio al tubo. Se observa el bloque de inercia que corresponde a un elemento compuesto entre armazón de hierro y concreto que cumple la función de amortiguar las fuerzas ejercidas por los bruscos cambios de presión dentro de la tubería evitando que esta sufra desacoplamiento.

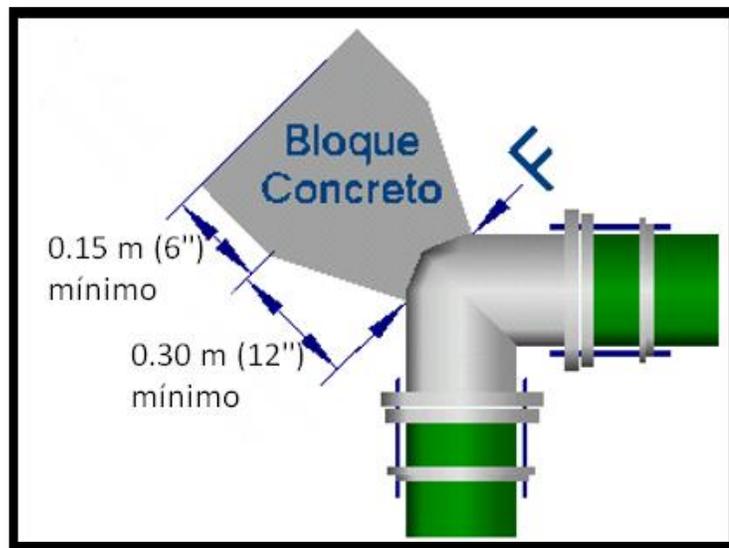


Figura 3.12. Detalle de los cambios de dirección, codos.

Fuente: (Autor, 2022).

La **Figura 3.13** muestra el detalle de la ubicación de los bloques de inercia en caso de que el accesorio utilizado sea una te o un tapón, este se coloca en dirección a la salida central del accesorio, proporcionando soporte en caso de golpes ocasionados por diferencias de presión o caudal. Para el caso de los tapones, se coloca señando por completo de manera paralela a la tubería.

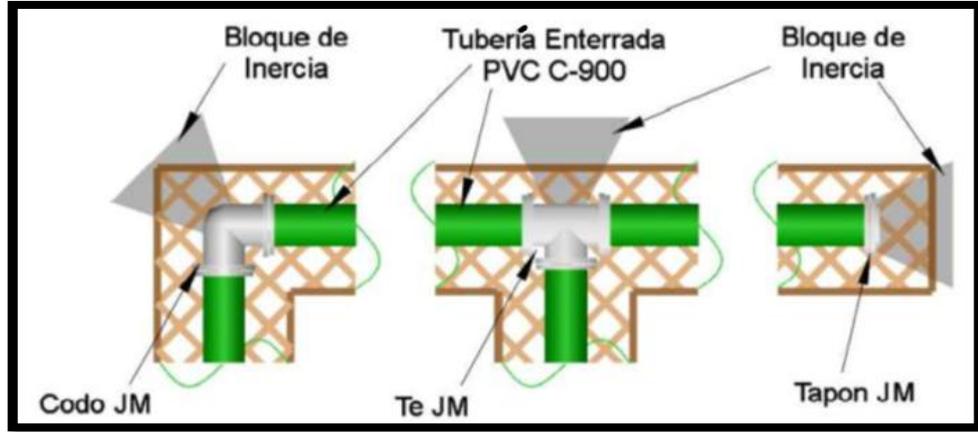


Figura 3.13. Detalle de los cambios de dirección, tes y tapones.

Fuente: (Autor, 2022).

La dimensión de los bloques de inercia se calcula utilizando la información de la **Tabla 3.3**, en la que se muestran valores estándar obtenidos de la normativa FM 3-10, publicada en el año 2 000.

Tabla 3.3. Dimensiones y cantidad de varillas de anclaje.

Dimensiones y cantidad de varillas de anclaje							
Diámetro de la tubería mm (in)	Tamaño del anclaje mm (in)	Tamaño del tornillo mm (in)	Arandela mm (in)		Number of rods and rod size mm (in)		
			C.I.	Acero	Cambio 90	Cambio 45	Te, hidrante, tapa y tapón
100 (4)	13 x 50 (1/2 x 2)	16 (5/8)	16 x 80 (5/8 x 3)	13 x 80 (1/2 x 3)	2 x 20 (2 x 3/4)	2 x 20 (2 x 3/4)	2 x 20 (2 x 3/4)
150 (6)					4 x 20 (4 x 3/4)		
200 (8)	16 x 65 (5/8x2-1/2)	22 (7/8)			6 x 20 (6 x 3/4)	4 x 20 (4 x 3/4)	4 x 20 (4 x 3/4)
250 (10)					8 x 20 (8 x 3/4)	6 x 20 (6 x 3/4)	6 x 20 (6 x 3/4)
300 (12)	16 x 80 (5/8 x 3)	25 (1)	18 x 90 (3/4x3-1/2)	13 x 90 (1/2x3-1/2)	8 x 20 (8 x 3/4)	6 x 20 (6 x 3/4)	6 x 20 (6 x 3/4)

Fuente: (FM 3-10, 2000).

Para este caso, al ser tubería de 250 mm (10’’), se requiere un tamaño de anclaje de 16 mm x 65 mm (5/8’’ x 2-1/2’’), con un tamaño de tornillo de 22 mm (7/8’’), arandelas de 16 mm x 80 mm (5/8’’ x 3’’) y se indican el número y tamaño de varilla de acuerdo con el tipo de accesorio que se esté utilizando, por ejemplo, si se requiere hacer un cambio de dirección de 90°, es necesario considerar una varilla de 6 mm x 20 mm (6’’ x 3/4’’).

En cuanto al área de contacto para el bloque de inercia de concreto se utiliza la **Tabla 3.4**, con información obtenida de la normativa FM 3-10, en donde de acuerdo con el diámetro de la tubería, al cambio de dirección y al tipo de accesorio que se está utilizando, se puede dimensionar el contacto para el bloque de inercia.

Tabla 3.4. Área de contacto para bloques de inercia.

Área de contacto para bloque de concreto de inercia				
Diámetro de la tubería mm (in)	Dimensión F mínima mm (in)	Cambio 90 grados sq m (sq ft)	Cambio 45 grados sq m (sq ft)	Tes, hidrantes, tapas y tapón sq m (sq ft)
100 (4)	100 (4)	0, (2)	0,2 (2)	0,2 (2)
150 (6)	100 (4)	0,5 (5)	0,3 (3)	0,3 (3)
200 (8)	150 (6)	0,7 (8)	0,5 (5)	0,5 (5)
250 (10)	200 (8)	1,2 (13)	0,7 (8)	0,7 (8)
300 (12)	200 (8)	1,7 (18)	0,9 (10)	0,9 (10)
350 (14)	250 (10)	2,3 (25)	1,3 (14)	1,3 (14)
400 (16)	300 (12)	3,0 (32)	1,7 (18)	1,7 (18)

Fuente: (FM 3-10, 2000).

En este caso, la tubería al ser de 250 mm (10’’), requiere una dimensión F mínima de 200 mm (8’’), dicho valor corresponde al que se observa en la **Figura 3.12** y la dimensión del bloque depende del tipo de accesorio que se esté utilizando.

Por otra parte, la tubería subterránea debe ir instalada a 1,20 m por debajo del nivel de piso terminado, esto con el objetivo de evitar que la tubería se dañe por el paso de vehículos pesados. En la **Figura 3.14** se identifican las dimensiones y las capas que debe tener el relleno de la zanja en donde se ubica la tubería.

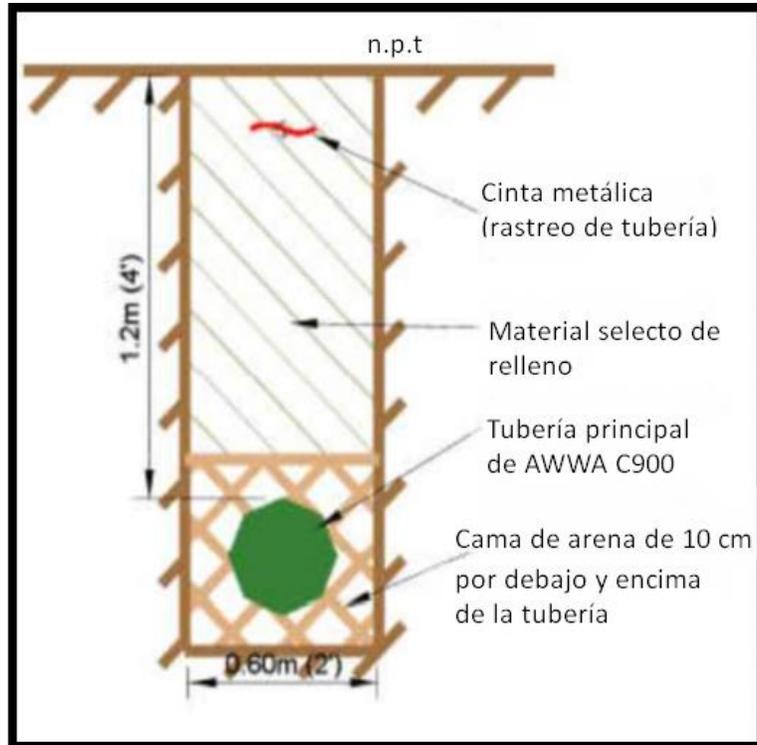


Figura 3.14. Trinchera de la tubería subterránea.

Fuente: (Autor, 2022).

3.3. Diseño de los sistemas contra incendios

A continuación, se muestra la información, requerimientos y el diseño del sistema contra incendios para la planta de almacenamiento de líquidos inflamables, de acuerdo con los criterios de la normativa vigente. Este diseño contempla el sistema de hidrantes, gabinetes de manguera, sistemas de rociadores automáticos, sistemas de espuma y extintores portátiles.

3.3.1 Hidrantes

Para la distribución de los hidrantes se toma en cuenta los criterios de la NFPA 1, de la versión 2019, en el cual se indica que la distancia máxima entre hidrantes debe ser de 76,0 m. Para este caso se distribuyeron a 70,0 m de distancia con un radio de cobertura de 35,0 m.

En la **Figura 3.15** se observa la distribución de los hidrantes alrededor de la planta, cabe resaltar que los 4 hidrantes fueron situados de manera que cubrieran las áreas de la planta

que no están protegidas por algún tipo de sistema, ya sea el de gabinetes, espuma o de rociadores automáticos.

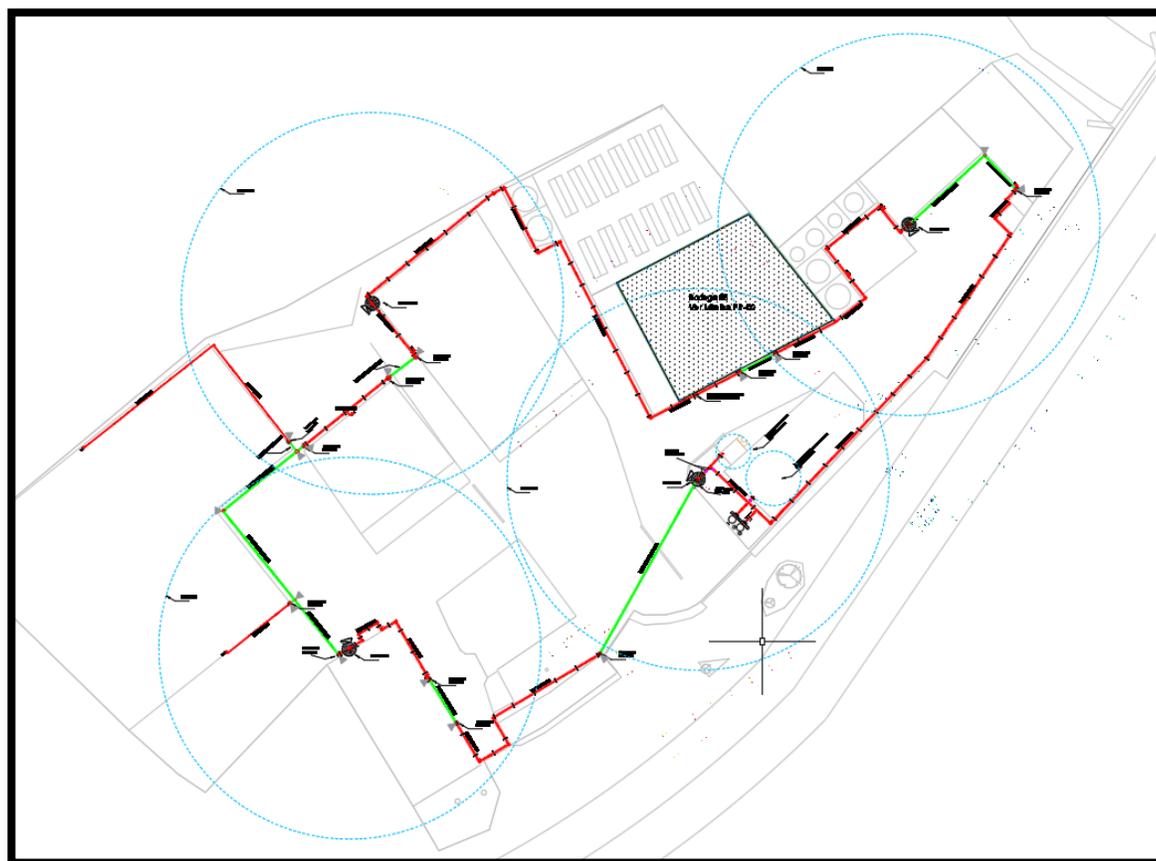


Figura 3.15. Ubicación de los hidrantes.

Fuente: (Autor, 2022).

La configuración de los hidrantes se muestra en la **Figura 3.16**, estos se alimentan de la tubería principal en hierro negro con accesorios acoplados a la misma. Todos los hidrantes se fabricarán en sitio y estarán compuestos de 2 válvulas de ángulo en 65 mm (2-1/2'') y una válvula mariposa en 150 mm (6'') en el cuerpo del hidrante, que cumple la función de aislarlo para un eventual mantenimiento o el reemplazo del mismo.

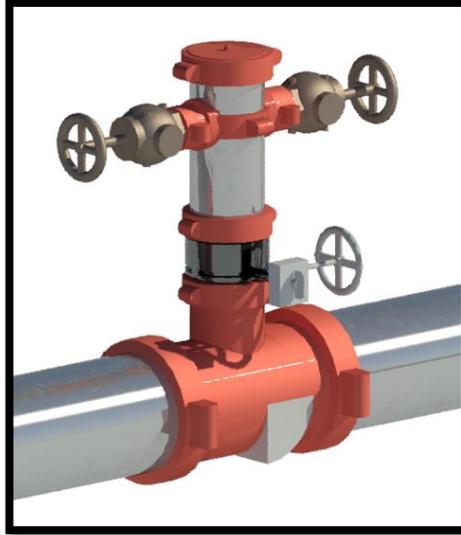


Figura 3.16. Detalle de instalación de los hidrantes.

Fuente: (Autor, 2022).

Para calcular hidráulicamente la demanda de este sistema, se utilizó un software de diseño en donde se simula la apertura de 3 hidrantes, esto genera un registro que muestra el flujo requerido en los hidrantes hidráulicamente más lejanos.

Cada hidrante fue calculado con un flujo de 946,8 l/min (250 gpm), al ser tres, corresponde a una demanda de 2 839,06 l/min (750 gpm) y el registro hidráulico muestra que la presión requerida es de 1,34 bar (19,39 psi), por lo que están dentro de los parámetros de la bomba contra incendios seleccionada. En el **Anexo A.7** se muestra información detallada del cálculo y la curva de la bomba versus la curva de demanda de los hidrantes.

3.3.2 Gabinetes de manguera

Los gabinetes de manguera se distribuyen de acuerdo con la norma NFPA 14, versión 2019, en donde se especifica que la cobertura de estos es de 39,7 m. La conexión de estos al sistema de alimentación principal puede hacerse por medio de uniones soldadas, bridadas o ranuradas.

En la **Figura 3.17 y 3.18** se muestran las coberturas de cada uno de los ocho gabinetes de mangueras distribuidos en la planta. En la Bodega #6 se requieren 3 gabinetes clase III debido a que es de mayor extensión, la Bodega #2 requiere 2 gabinetes y en las demás bodegas solo

se requiere 1 por cada una. Cabe destacar que la Bodega #5 no cuenta con gabinetes de manguera debido a que está protegida con el sistema rociadores automáticos en su totalidad.

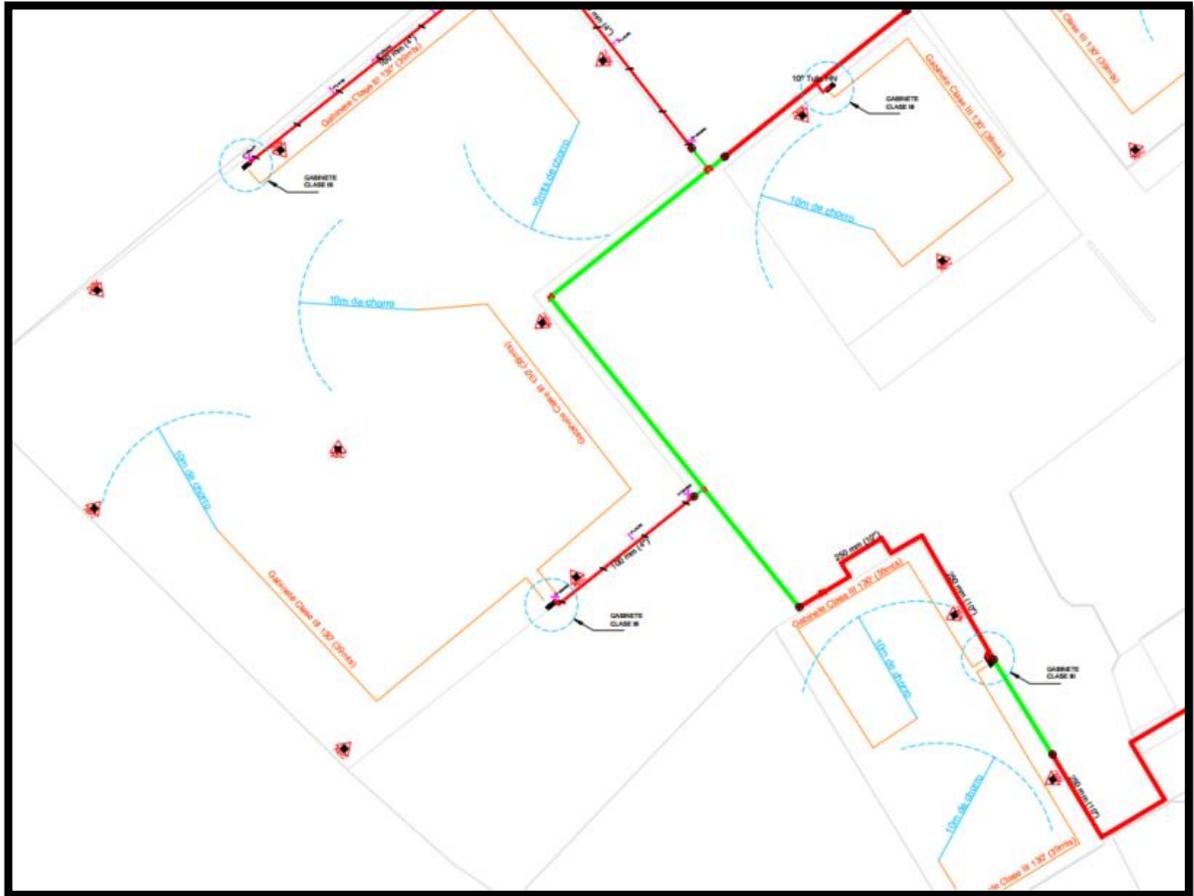


Figura 3.17. Cobertura de los gabinetes de manguera Bodega #1, #2 y #3.

Fuente: (Autor, 2022).

En las figuras se ilustra el recorrido de la manguera con una línea continua, este respeta los lineamientos de mencionados en la NFPA y no supera los 39.7 m (130 ft). Dicho recorrido pretende abarcar las obstrucciones por ubicación de estanterías, pilas de materiales o alguna distribución arquitectónica que interfiera en el camino directo entre el gabinete y el área en llamas.



Figura 3.18. Cobertura de los gabinetes de manguera Bodega #4 y #6.

Fuente: (Autor, 2022).

En la **Figura 3.19** se muestra el detalle de cómo se instalarán los gabinetes de mangueras. Estos gabinetes serán clase III, lo que quiere decir, que incluyen en su configuración un soporte y mangueras con una válvula de ángulo de 40,0 mm (1-1/2'') con regulador de presión, destinada para la utilización de una brigada contra incendios capacitada por la administración de la planta. También se incluye una válvula de ángulo de 65,0 mm (2-1/2'') que será únicamente para la conexión del cuerpo de bomberos en caso de necesitarse para combatir un eventual incendio.

El gabinete deberá ser sujetado contra una superficie que soporten fuerzas y vibraciones ocasionadas por el uso y la presión del agua al momento de ser maniobrados, estos podrían ser columnas, paredes de concreto o algún otro material adecuado. En el caso de no haber alguna superficie aceptable se deberá fabricar uno. Por otro lado, la conexión de la válvula de ángulo de 65 mm (2-1/2'') y la válvula de 40 mm (1-1/2'') a la tubería se considera con tes mecánicas ranuradas, pero las conexiones soldadas o roscadas se pueden utilizar.



Figura 3.19. Detalle de instalación del gabinete de manguera.

Fuente: (Catálogo de Guardian[®], 2010).

En cuanto a los modelos de referencia, los gabinetes superficiales, de acero al carbono, con acabado color blanco, con ventanal de acrílico serán modelo 1550-A, el riel que incluye la manguera de 30 m, el pitón y válvula de ángulo en 40,0 mm (1-1/2'') con regulador de presión será modelo 3010-16, la válvula de ángulo en 65 mm (2-1/2'') será modelo 5015 y la tapa y cadenas serán modelo 5525. Por último, se incluye un extintor tipo ABC de 4,5 kg (10 lbs). Todos los modelos son de la marca Guardian[®], pero se pueden utilizar marcas con calidad igual o superior.

El cálculo hidráulico se realiza de la misma manera que los hidrantes, seleccionando los 3 gabinetes hidráulicamente más lejanos, se simula su apertura al mismo tiempo y se verifica la demanda que esta acción requiere, en este caso, el flujo es de 2 839,06 l/min (750 gpm) y la presión requerida para mantener estas condiciones es de 7,75 bar (112,39 psi). Estos resultados están dentro de las condiciones aceptables para el sistema de bombeo seleccionado, en el **Anexo A.8** se puede observar información más detallada y la curva de la bomba versus la curva de la demanda de los gabinetes.

3.3.3 Sistema de rociadores automáticos

Este sistema de rociadores automáticos se diseñó de acuerdo con las normas NFPA 13, NFPA 16 y la NFPA 30 en donde se especifican los criterios de diseño adecuados para el tipo de ocupación que se desea proteger. El sistema será abastecido por el anillo de la red exterior de alimentación y a su vez por el tanque de concentrado de espuma.

3.3.3.1. Funcionamiento del sistema de rociadores con agua-espuma

Los rociadores funcionarán automáticamente por la ruptura del bulbo al superar la temperatura máxima del mismo, estos cambios de temperatura son ocasionados por las llamas o el humo caliente durante un conato. Al activarse el o los rociadores, se libera presión y comienza a fluir el agua dentro de la tubería, este flujo ocasiona que el dispositivo encargado de proporcionar el concentrado de espuma, que está conectado a la tubería principal del sistema de la Bodega #5, se abra y libere poco a poco el concentrado formando la mezcla de agua-espuma que al salir por el rociador ayuda a extinguir o controlar las llamas. Entre mayor sea el flujo que corre por la tubería, mayor será el concentrado de espuma que se libere.

3.3.3.2. Líquidos almacenados en la Bodega #5

Para obtener los criterios de diseño primeramente se hizo el estudio de la NFPA 30, ya que esta norma es la que proporciona los métodos correctos de protección y diseño para riesgos que impliquen líquidos inflamables en grandes cantidades y en distintas maneras de almacenamiento. El estudio incluye el análisis y la clasificación de cada uno de los líquidos que son almacenados en el área por proteger, en este caso la Bodega #5.

De los líquidos mencionados en la **Tabla 3.5** se clasificaron en líquidos IA, IB, IC, IA, IIIA, IIIB o II, de acuerdo con los puntos de inflamabilidad y de ebullición de cada uno. Cabe mencionar que estos datos técnicos se obtuvieron de la hoja de seguridad de los líquidos (MSDS, por sus siglas en inglés) otorgados por la administración de la planta, los cuales no podrán ser publicados ya que son autoría intelectual de la empresa cliente.

Tabla 3.5. Lista de líquidos almacenados en Bodega #5.

Nota: (Autoría propia, 2022).

	Líquido almacenado	Pto. de inflamabilidad (°C)	Pto. de ebullición (°C)	Clase de líquido
1	Xileno	25	147	IC
2	Metanol	11	64	IB
3	Normal propil alcohol	23	97	IC
4	Tolueno	4,4	110,6	IB
5	Acetona	-18	56	IB
6	Hexano	-26	63-69	IB
7	Espíritu mineral	40	149-213	II
8	Normal propil acetato	11,8	101,5	IB
9	Etanol	13	78,5	IB
10	Mezcla lp	-26,48 / -75.9	-26,48 / -0.34	IA
11	Éter etilenglicol monobutílico	65-85	171	IIIA
12	Alcohol isobutilico	28	108	IC
13	Soda cáustica líquida 50%	N/D	110-144	N/A
14	Alcohol etílico	17	78 - 79	IB
15	Ácido sulfúrico	N/D	330	N/A
16	Alcohol isopropílico	18,3	83	IB
17	Banole hv	>140	300	IIIB
18	Cloruro de metileno	N/D	40	N/A
19	Diluyente p215	<23	<35	IA
20	Glicerina	199	290	IIIB
21	Glucosa	N/D	N/D	N/A
22	Isobutanol	31	180	IC
23	N-propanol	22-24	97	IC
24	Policloruro de aluminio	N/D	N/D	N/A
25	Poliol	>200	>200	IIIB
26	Solvesso 100	>35	140	IC
27	Propilenglicol	104	184	IIIB
28	Solvente 80/20	<15,7	73	IB
29	Solvente d40	>40	152-210	II
30	Sp 500	<23	>35	IC
31	Thinner acrílico	>43	N/D	II
32	Thinner limpieza	43	-	II
33	Thinner poliuretano	23-60	171	IIIA

Continuación de la Tabla 3.5.				
Líquido almacenado		Pto. de inflamabilidad (°C)	Pto. de ebullición (°C)	Clase de líquido
34	Thinner	43	98	II
35	Vaselina sólida	N/D	>300	N/A
36	Ácido fosfórico	N/D	158	N/A
37	Ácido de vinilo	-8	72,5	IB
38	Acetato de etilo	-4	70-78	IB
39	Aceite mineral	N/D	N/D	N/A

3.3.3.2 Tipo de almacenamiento

La planta almacena sus productos en tanques portátiles con alivio de 208 l (55 gal), estos tienen una altura de 0,88 m (2,88 ft) y se apilan en tarimas de madera en grupos de 4 tanques hasta alcanzar un máximo de 4 niveles. Con esta información se puede medir la altura de almacenamiento, la cual es de aproximadamente 4,08 m (13,60 ft) desde el nivel de la losa del piso hasta la parte superior del tanque del último nivel.

3.3.3.3 Criterios de diseño

A continuación, se presentan los criterios de diseño en los que se toma como referencia la información de la Bodega #5, el tipo de almacenamiento y el producto almacenado para obtener la manera más apropiada de protegerla.

En la **Tabla 3.6**, se muestra la información general resumida de la bodega, estos datos se utilizan para obtener el criterio de diseño.

Tabla 3.6. Datos de la Bodega #5.

Información Bodega #5		
Área	731 (7 868,42)	m ² (ft ²)
Tipo de almacenamiento	4 niveles de tanques portátiles (estañones) en tarimas	
Altura tarima	0,14 (0,45)	m (ft)
Altura tanque	0,88 (2,88)	m (ft)
Altura de almacenamiento	4,08 (13,60)	m (ft)
Ocupación	Almacenamiento	

Fuente: (NFPA 30, 2018).

La NFPA 30, indica que para tanques portátiles con alivio que contengan líquidos clase IB, IC, II y IIIA y con una altura de almacenamiento máxima de 4 niveles que no superen los 4,58 m (13,75 ft) se puede utilizar rociadores iguales o mayores a $K = 11,2$, de respuesta estándar, de alta temperatura, con una densidad de $0,60 \text{ gpm/ft}^2$ y el área de diseño para la realización del cálculo hidráulico será de $278,7 \text{ m}^2$ ($3\ 000 \text{ ft}^2$).

En la **Tabla 3.7**, se muestra la información del rociador seleccionado de acuerdo con los criterios anteriores. Cabe destacar que el rociador utilizado no será de un factor $K=11,2$, si no que será de $K = 16,8$, ya que, por cuestiones de fabricación, este tipo de rociador es más sencillo encontrarlo en el mercado, de igual manera, este cambio no afecta el cumplimiento de la norma ni el cálculo hidráulico posterior.

Tabla 3.7. Datos del rociador.

Datos técnicos del rociador		
Factor K	16,8	K
Modelo	K17-231	Tyco®
Número de parte	TY-7251	N/S
Temperatura	141 (286)	°C (°F)
Conexión NPT	19 (3/4)	mm (in)
Presión máxima	12 (175)	bar (psi)
Presión residual	0,5 (7)	bar (psi)
Cobertura máxima	9,29 (100)	m^2 (ft^2)
Espaciamiento máximo	3,65 (12)	m (ft)
Espaciamiento mínimo	2,43 (8)	m (in)
Distancia del deflector al cielo	15,24 a 35,56 (6 a 14)	cm (in)
Dist. deflector al almacenamiento	460 (18)	mm (in)
Altura de almacenamiento máximo	6,1 (20)	m (ft)

Fuente: (Ficha Técnica Tyco®, 2018).

Tal como se mostró en la **Tabla 3.7**, los rociadores tienen distancias máximas y mínimas de instalación, con esto se pretende cubrir adecuadamente el área en riesgo suministrando un patrón apropiado. Es importante saber que los rociadores se pueden distribuir a distancias diferentes siempre y cuando no sobrepasen dichas medidas ni tampoco el área de cobertura máxima por rociador. En el caso de los rociadores cerca de las paredes, estos deben estar

separados de las mismas a no más de la mitad de la distancia permitida y a no menos de 0,10 m (0,32 ft).

3.3.3.4. Configuración del sistema

La distribución de la tubería y rociadores será del tipo grilla, esto significa que el sistema tendrá una tubería de alimentación primaria, una tubería secundaria y los ramales en donde irán ubicados los rociadores están conectados a ambas tuberías principales, esto ayuda a que en caso de que uno o varios rociadores se activen, el agua pueda ingresar al ramal por ambos extremos mejorando el flujo.

La tubería primaria es de 100 mm (4'') y es alimentada directamente de la tubería vertical que viene del anillo principal, lo contrario de la tubería secundaria, que su diámetro es de 75 mm (3'') y es alimentada por los ramales conectados a la misma, estos serán de 50 mm cada uno.

Los accesorios de las tuberías serán ranurados o roscados dependiendo los diámetros de las mismas, es decir, entre 65 mm (2-½'') y 200 mm (8'') se recomienda que sus conexiones sean ranuradas, y para los diámetros entre 25 mm (1'') y 50 mm (2'') lo general es que se utilicen conexiones roscadas. Los detalles generales de los accesorios utilizados, ya sean ranurados o roscados, se muestran en el **Anexo A.11**.

En cuanto a las válvulas de drenaje, estas estarán una en la tubería primaria y otra en la secundaria, serán de 32 mm (1-¼'') y se utilizarán para drenar y probar el sistema adecuadamente. La descarga de las mismas deberá ser en un sitio adecuado y capaz de soportar el caudal proveniente de las válvulas.

En la tubería de alimentación vertical del sistema de rociadores, se instalará una válvula de retención en 150 mm (6'') con una válvula mariposa, sensor de flujo y válvula de drenaje, todo este equipo es para controlar las presiones y verificar que son óptimas para el sistema.

3.3.3.5. Soportes de la tubería

Para soportar la tubería del sistema de rociadores a la estructura de la planta son necesarios accesorios específicos que se ajusten al material y a la inclinación del área en donde estarán

sujetados. Para el caso de la Bodega #5, los soportes de la tubería estarán anclados a las cerchas y los clavadores metálicos de la nave.

Para este diseño se consideraron cuatro tipos de soportes, estos son los siguientes:

Tipo pera: corresponde al soporte convencional, utilizado para mantener la tubería colgando de las cerchas o clavadores de la nave.

Tipo sísmico lateral: este soporte se coloca en partes específicas de las tuberías principales mayores o iguales a 65 mm (2-1/2’’), estos son utilizados para evitar movimientos laterales de la tubería en caso de sismos, protegiendo de esta manera que la tubería se desacople y el sistema de rociadores se vea comprometido.

Tipo sísmico longitudinal: al igual que el sísmico lateral, este soporte evita que la tubería principal tenga movimientos longitudinales en caso de sismos, previniendo rupturas en la tubería. Este tipo de soporte puede distribuirse a más distancia en comparación con el sísmico lateral.

Cuatro vías (4 vías): este tipo de soporte se utiliza para sujetar la tubería vertical de diámetros mayores a 65 mm (2-1/2’’) y no permite que haya movimientos en sentido lateral y longitudinal, se puede decir, que es una mezcla entre los soportes sísmicos anteriormente dichos.

En la **Figura 3.20**, extraída de los planos realizados, se muestran las áreas de influencia sísmica longitudinal (color verde) y lateral (color naranja). Estas áreas de influencia se utilizan para calcular y dimensionar los soportes antes mencionados, con el motivo de que estén fabricados para sostener el peso de la tubería llena de agua de acuerdo con la norma NFPA 13.

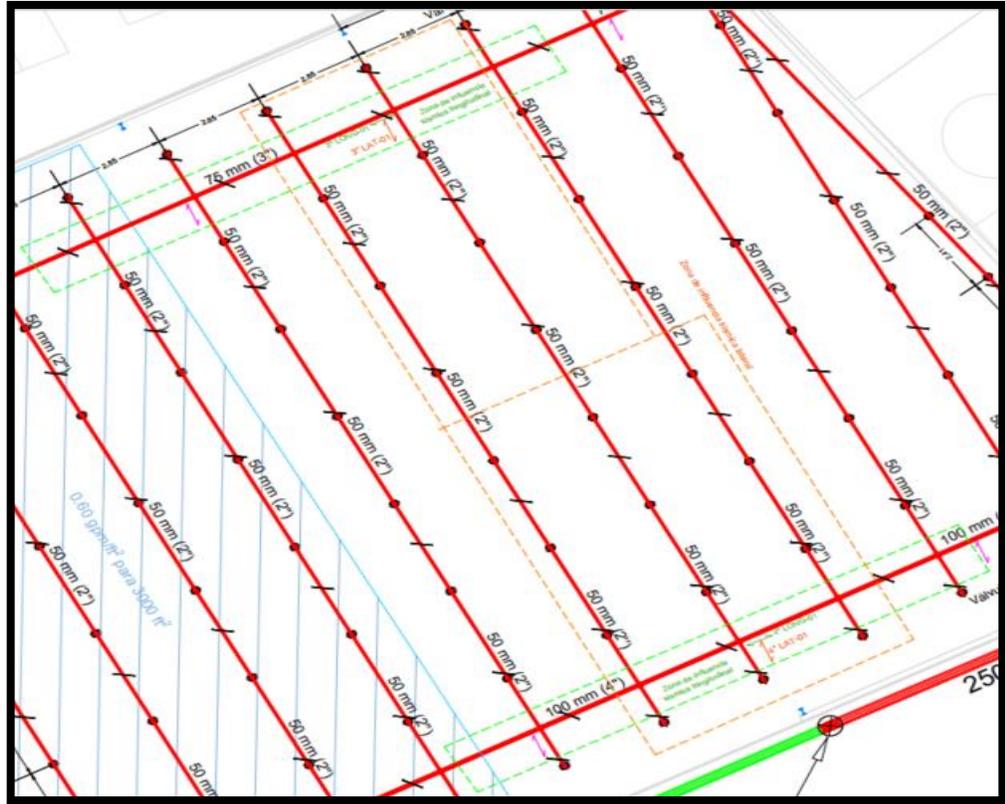


Figura 3.20. Áreas de influencia sísmica.

Fuente: (Autor, 2022).

En la información de la memoria descriptiva (**Anexo A.11**), se muestra a detalle los tipos de soportes, sus características, partes y distanciamientos.

En las siguientes figuras se muestran distintas vistas de la Bodega #5 obtenidas de los planos realizados, con el objetivo de poder apreciar mejor la distribución de los rociadores y la tubería. En la **Figura 3.21** se muestran la vista lateral, en esta se refleja la línea del cielo suspendido, la altura del mismo y las dimensiones de la bodega.

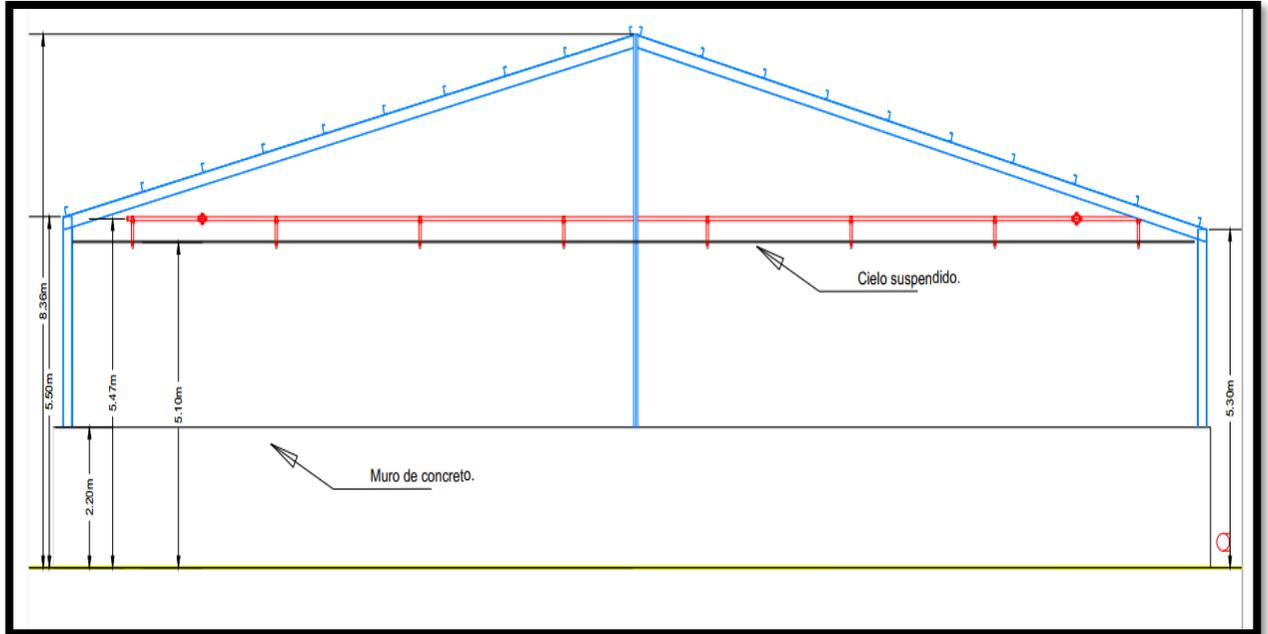


Figura 3.21. Vista lateral, Bodega #5.

Fuente: (Autor, 2022).

Por otro lado, la **Figura 3.22** es una vista de planta en donde se visualizan los diámetros de las tuberías, la distribución tipo grilla, la ubicación de los rociadores y las válvulas de drenaje del sistema y las zonas de influencia sísmica laterales y longitudinales mencionadas anteriormente.



Figura 3.22. Vista de planta, Bodega #5.

Fuente: (Autor, 2022).

En la **Figura 3.23**, se muestra una vista en 3D en la que se aprecian las cerchas y los clavadores de la estructura del techo de la nave y el sistema de rociadores con los respectivos diámetros de las tuberías. Esta lámina permite tener una noción más detallada de la distribución.

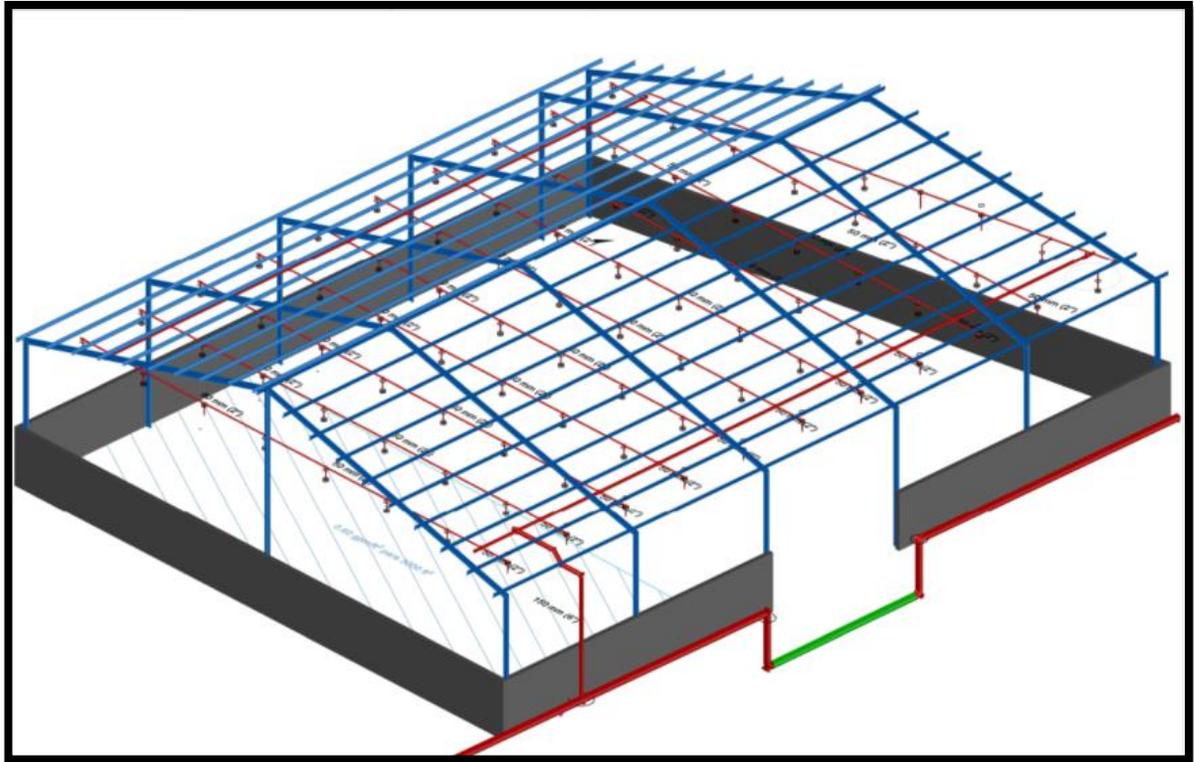


Figura 3.23. Vista en 3D, Bodega #5.

Fuente: (Autor, 2022).

Para una mejor visualización de las figuras mostradas anteriormente es recomendable dirigirse a las láminas realizadas, de esta manera se pueden detallar aspectos más específicos.

3.3.3.6. Cálculo hidráulico

El cálculo del sistema de rociadores tiene un proceso distinto al de los gabinetes y los hidrantes, en este caso, cuando se selecciona el criterio de diseño directamente desde la norma, este determina un área y una densidad de diseño de acuerdo con el riesgo que se vaya a proteger, para el caso de este sistema, el área de diseño es de $278,7 \text{ m}^2$ ($3\ 000 \text{ ft}^2$) y una densidad de $0,60 \text{ gpm/ft}^2$. Estos valores significan que el cálculo hidráulico irá dirigido a esa área en específico con esa densidad específica, ya que, si se hace asumiendo que todos los rociadores van a activarse, se necesitaría una bomba y un caudal mucho mayor al seleccionado. Por esto el cálculo se realiza considerando rociadores abiertos solamente en el área de los $278,7 \text{ m}^2$ ($3\ 000 \text{ ft}^2$). En la **Figura 3.24** se muestra una vista planta de la Bodega #5 en donde se puede apreciar dicha área en un recuadro azul.

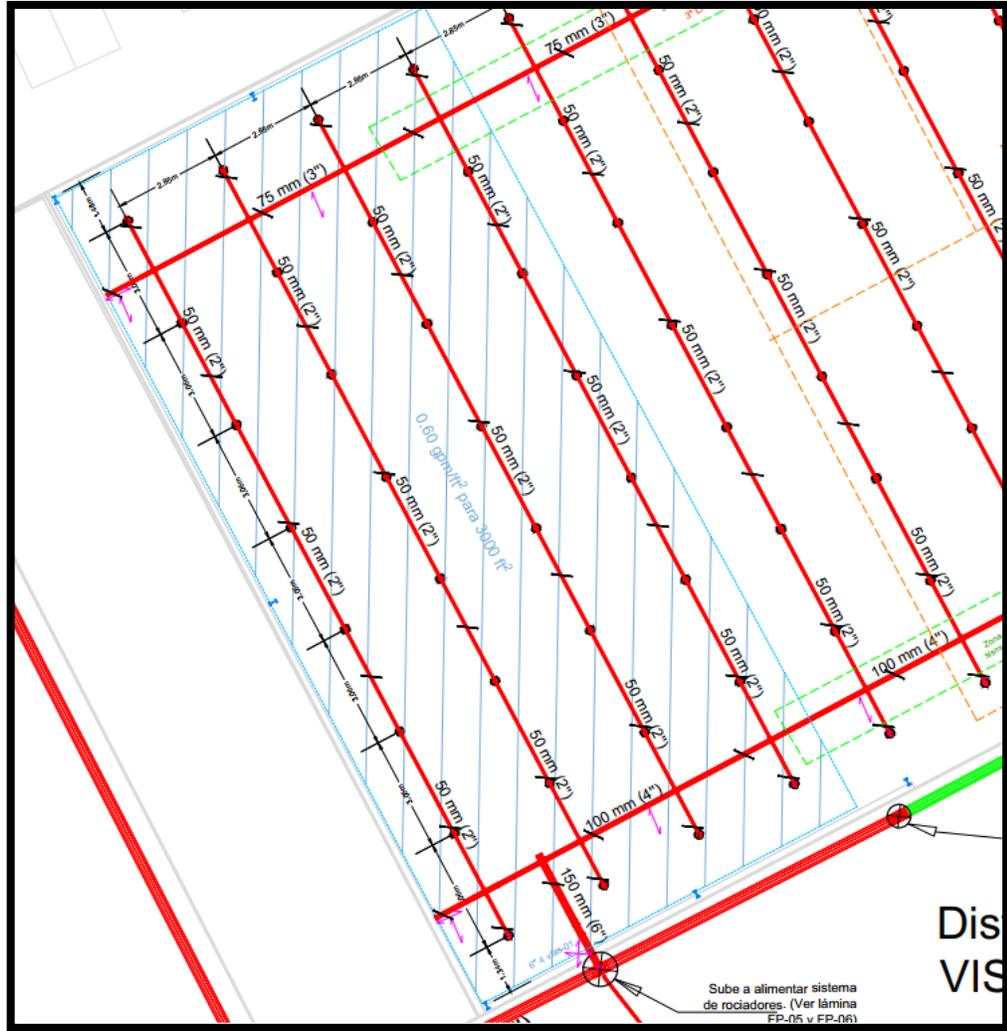


Figura 3.24. Área de diseño.

Fuente: (Autor, 2022).

Dentro de los parámetros que se utilizaron para generar la curva de demanda del sistema está el factor K del rociador seleccionado, que corresponde a $K = 16,8$, la cobertura del rociador que es $8,73 \text{ m}^2$ (94 ft^2), y la cantidad de rociadores dentro del área de diseño que serían 32. Con estos parámetros y considerando los diámetros y longitudes de las tuberías, se obtiene el flujo y el caudal necesario para alimentar el sistema.

Los resultados del cálculo reflejan una demanda $9\,342,93 \text{ l/min}$ ($2\,468,14 \text{ gpm}$) y una presión de requerida de $8,11 \text{ bar}$ ($117,61 \text{ psi}$), la bomba que se seleccionó de manera teórica

es de 9 462 l/min (2 500 gpm) a una presión de 9,65 bar (140 psi). Esto significa que la demanda está por debajo de la capacidad que tendrá el sistema.

En la **Figura 3.25** se observa la curva de presión versus caudal de la bomba teórica en unidades del sistema inglés, en donde se marcan los puntos a caudal 0 l/min (0 gpm), 9 462 l/min (2 500 gpm) y 14 195,30 l/min (3 750 gpm) que corresponden al funcionamiento de la bomba al 0%, 100% y 150% de caudal y estos datos son comparados con la curva de la demanda del sistema de rociadores.

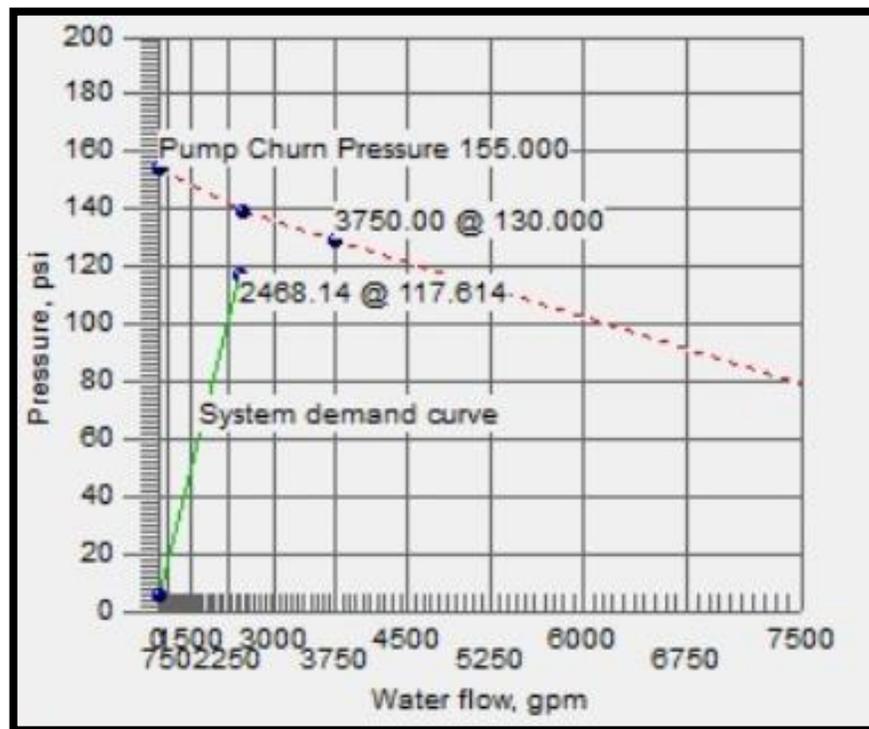


Figura 3.25. Curva del cálculo hidráulico del sistema de rociadores.

Fuente: (Autor, 2022).

Esto demuestra que los valores de la curva de la bomba seleccionada cumplen satisfactoriamente con la demanda del sistema de rociadores. Cabe resaltar que este cálculo es fundamental en el diseño, debido a que es la base principal para seleccionar la bomba contra incendios por utilizar, por la razón de que el sistema de rociadores de la Bodega #5 es el más demandante de toda la planta por el caudal y la presión que requieren para funcionar.

3.3.4 Sistema de espuma

En el siguiente apartado, se indicarán los criterios utilizados para la selección del equipo de espuma que suplirá al sistema de rociadores de la Bodega #5. Esta información está basada en la norma NFPA 16 y en los manuales del fabricante del equipo de espuma y sus accesorios.

Como se mencionó en el apartado anterior, el equipo de espuma funciona de la mano con el flujo que ejerce el equipo de bombeo del sistema principal, es decir, al activarse uno o más rociadores, comenzará a haber un flujo dentro de la tubería, por lo que el dispositivo que proporciona la espuma se activará debido a este movimiento, entre más flujo haya, más será el concentrado de espuma el que libere dentro de la tubería.

La selección de la espuma va relacionada al tipo de líquidos que se estén almacenando en la bodega, para este caso, la naturaleza de los líquidos requiere que el tipo de espuma por utilizar sea resistente al alcohol, debido a esto, se selecciona la espuma tipo AR-AFFF al 3% de concentración, modelo A334-LV, marca Ansulite, que cumple específicamente con lo mencionado anteriormente.

En la **Figura 3.26** se muestra el detalle del dispositivo que proporciona el concentrado de espuma, el diámetro de la sección de salida, por donde fluye el agua, será del tamaño de la tubería en la que estará instalado, para este caso, 150 mm (6'') y la sección de entrada del concentrado de espuma será de 50 mm (2''). El dispositivo seleccionado es el Flowmax CL de Ansul® y es específico para utilizarlo con el tipo y modelo de espuma seleccionado.

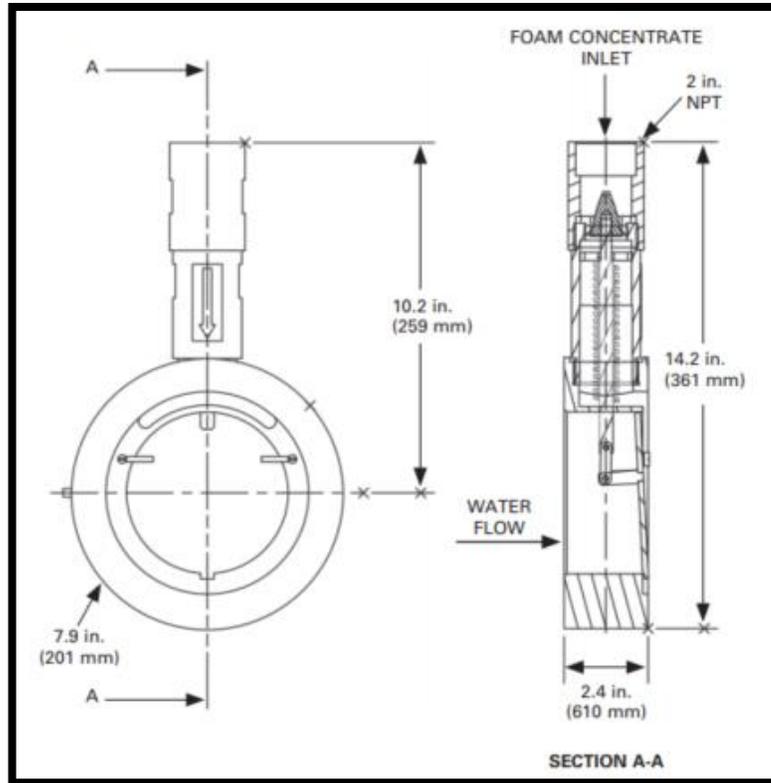


Figura 3.26. Inyector de concentrado de espuma.

Fuente: (Manual de Ansul[®], 2020).

Uno de los equipos más importantes de este sistema es el tanque de almacenamiento del concentrado de espuma. Este tanque es accionado hidráulicamente por un flujo de agua que entra al tanque y comprime una vejiga interna que contiene el concentrado, el cual, debido a la compresión sale del tanque y es dirigido hasta el inyector, para posteriormente introducirse a la tubería y mezclarse con el agua para generar espuma.

El tanque debe ser seleccionado por medio de un cálculo que se especifica en la ficha técnica del mismo y considerando el tiempo de duración de la descarga indicado en la norma NFPA 16. Para el dimensionamiento del tanque del sistema de la Bodega #5 primeramente se debe calcular la cantidad de espuma requerida y para esto se utilizan los datos mostrados en la **Tabla 3.8.**

Tabla 3.8. Datos para el cálculo de concentrado de espuma.

Área de diseño	278,7 m ²	3 000 ft ²
Densidad	24,24 l/min/m ²	0,6 gpm/ft ²
Duración	10 min	
% Concentrado	3%	

Fuente: (Manual de Ansul®, 2020).

Estos datos son utilizados en la ecuación 3.1:

$$Cantidad\ de\ espuma = A_{Diseño} * D_{Diseño} * t * C \quad (3.1)$$

Donde:

$A_{Diseño}$ corresponde al área de diseño de acuerdo con el criterio seleccionado en la norma NFPA 30.

$D_{Diseño}$ corresponde a la densidad de diseño de según al criterio de diseño en la norma NFPA 30.

t corresponde a la duración de la descarga según la norma NFPA 16.

C corresponde al porcentaje del concentrado de acuerdo con la espuma seleccionada.

Cálculo:

$$Cantidad\ de\ espuma = 3\ 000\ ft^2 * 0.60\ \frac{gpm}{ft^2} * 10\ min * 0,03 \quad (3.2)$$

$$Cantidad\ de\ espuma = 540\ gpm \quad (3.3)$$

Haciendo la conversión al sistema internacional, la cantidad de espuma corresponde a 1 963,44 l.

Con esta información es posible seleccionar el tanque de concentrado de espuma, el cual corresponde al tipo Bladder Tank, horizontal, número de parte 444050, de la marca Ansul® y la capacidad más cercana disponible es de 2 271 l (600 gal). En la **Figura 3.27** se muestra

el detalle del tanque mencionado. Las dimensiones del mismo se encuentran en la lámina FP-06 Detalles o en la memoria descriptiva (**Anexo A.11**).



Figura 3.27. Tanque de almacenamiento de concentrado de espuma.

Fuente: (Manual de Ansul[®], 2020).

En la **Figura 3.28** se muestra un diagrama de instalación de todos los equipos ya instalados, cabe destacar que el dispositivo encargado de proporcionar el concentrado de espuma será ubicado después de la válvula de retención de flujo, para evitar que el concentrado se redirija al resto del sistema como los gabinetes de manguera o hidrantes, ya que en estos no se requiere mezcla de agua-espuma, solamente en la Bodega #5.

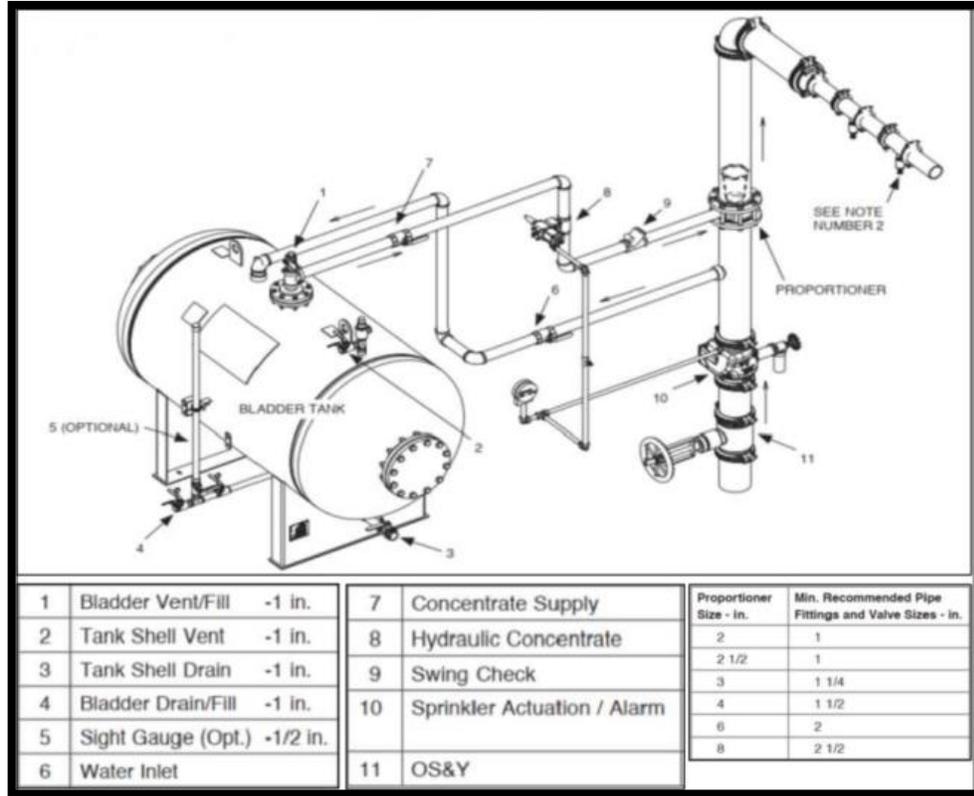


Figura 3.28. Diagrama de instalación del sistema de agua-espuma.

Fuente: (Manual de Ansul®, 2020).

3.3.5 Extintores

En este apartado se mencionarán los detalles relacionados a la distribución y tipo de extintores que se deben utilizar en toda la planta de almacenamiento de líquidos inflamables considerando los criterios de la norma NFPA 10.

En toda la extensión de la planta se requieren extintores que sean capaces de suprimir los tipos de fuego específicos de las áreas. Para este caso, solamente se requieren extintores con capacidad para tipos de fuegos clase B, pero la norma permite que se utilicen extintores tipo ABC. En cuanto a la distribución, la norma indica que para extintores con un potencial de extinción mínimo de 80-B, la distancia de recorrido máxima será de 15,25 m (50 ft), sin embargo, para este diseño se seleccionaron extintores tipo ABC, en carretilla, con una capacidad de 56 kg (125 lbs) y un potencial de extinción de 240-B, siendo mayor que la mencionada por la norma, esto por razones de mayor seguridad y rendimiento de los

extintores por tratarse de un área de riesgo por la gran cantidad de líquidos inflamables almacenados. En la **Figura 3.29** se muestra el detalle del extintor mencionado.



Figura 3.29. Extintor de carretilla tipo ABC.

Fuente: (Catálogo de Guardian[®], 2010).

En el caso del cuarto de máquinas se permite el mismo tipo de extintor, pero como es un área pequeña y alejada de la bodega de líquidos inflamables se opta por seleccionar extintor convencional con una capacidad de 4,5 kg (10 lbs).

3.4. Presupuesto del sistema contra incendios

En este apartado se muestra el presupuesto necesario para el diseño y la construcción del sistema contra incendios diseñado para la Planta de Almacenamiento de Líquidos Inflamables en estudio.

En la **Tabla 3.9** se muestra una tabla resumen de los montos requeridos para la construcción de los sistemas contra incendio diseñados. Estos valores son separados por bodega, por el anillo principal de tubería de alimentación, red subterránea, tanque de almacenamiento de agua, equipo de bombeo y el campamento en sitio.

Tabla 3.9. Presupuesto del sistema diseñado.

Ítem	Descripción	Cant	Und	P/U	Total
I	Sist. contra incendios - Anillo de alimentación principal	1	Global	\$ 111 278,00	\$ 111 278,00
1.00	10" Tubería principal HN, soportes & accesorios	382	Metro lineal		
2.00	6" Tubería principal HN, soportes & accesorios	4	Metro lineal		
3.00	10" Válvula tipo OS&Y	2	Pieza		
4.00	2-1/2" Válvulas de ángulo para los hidrantes	8	Pieza		
5.00	6" Válvula mariposa para hidrantes	4	Pieza		
6.00	6" Toma siamesa de pedestal con válv. de retención & acc.	1	Kit		
7.00	Mano de obra	1	Global		
II	Sistema contra incendios - Bodega #1	1	Global	\$ 7 854,00	\$ 7 854,00
1.00	4" Tubería principal HN, soportes & accesorios	3	Metro lineal		
2.00	Gabinete clase III con extintor ABC, 10 lb	1	Kit		
3.00	Extintor tipo ABC, de 125 lb, en carretilla	2	Pieza		
4.00	Mano de obra	1	Global		
III	Sistema contra incendios - Bodega #2	1	Global	\$ 43 509,00	\$ 43 509,00
1.00	4" Tubería principal HN, soportes & accesorios	99	Metro lineal		
2.00	Gabinete clase III con extintor ABC, 10 lb	2	Kit		
3.00	Extintor tipo ABC, de 125 Lb, en carretilla	8	Pieza		
4.00	Mano de obra	1	Global		
IV	Sistema contra incendios - Bodega #3	1	Global	\$ 7 854,00	\$ 7 854,00
1.00	4" Tubería principal HN, soportes & accesorios	3	Metro lineal		
2.00	Gabinete clase III con extintor ABC, 10 lb	1	Kit		
3.00	Extintor tipo ABC, de 125 lb, en carretilla	2	Pieza		
4.00	Mano de obra	1	Global		
V	Sistema contra incendios - Bodega #4	1	Global	\$ 11 061,00	\$ 11 061,00
1.00	4" Tubería principal HN, soportes & accesorios	3	Metro lineal		
2.00	Gabinete clase III con extintor ABC, 10 lb	1	Kit		
3.00	Extintor tipo ABC, de 125 Lb, en carretilla	3	Pieza		
4.00	Mano de obra	1	Global		
VI	Sistema contra incendios - Bodega #5	1	Global	\$ 117 965,00	\$ 117 965,00
1.00	Tubería HN, rociadores, soportes & accesorios	85	Rociador		
2.00	6" Riser check valve / trim / válv. mariposa / sensor VSR-F	1	Kit		
3.00	Equipo de espuma AR-AFFF, 3%, tanque 600 gal & accesorios	1	Global		
4.00	Extintor tipo ABC, de 125 lb, en carretilla	2	Pieza		
5.00	Mano de obra	1	Global		
VII	Sistema contra incendios - Bodega #6	1	Global	\$ 16 182,00	\$ 16 182,00
1.00	4" Tubería principal HN, soportes & accesorios	3	Metro lineal		
2.00	Gabinete clase III con extintor ABC, 10 lb	3	Kit		
3.00	Extintor tipo ABC, de 125 lb, en carretilla	4	Pieza		
4.00	Mano de obra	1	Global		
VIII	Red exterior subterránea	1	Global	\$ 65 947,00	\$ 65 947,00
1.00	10" Tubería C-900 & accesorios en hierro dúctil	145	Metro lineal		
2.00	4" Tubería C-900 & accesorios en hierro dúctil	4	Metro lineal		
3.00	10" Lead in & accesorios en hierro dúctil	12	Kit		
4.00	4" Lead in & accesorios en hierro dúctil	2	Kit		
5.00	Mano de obra	1	Global		
IX	Tanque de almacenamiento de agua	1	Global	\$ 181 778,00	\$ 181 778,00
1.00	Tanque de 150 000 galones & accesorios	1	Global		
2.00	Mano de obra	1	Global		
X	Equipo de bombeo contra incendios	1	Global	\$ 127 122,00	\$ 127 122,00
1.00	Bomba tipo carcasa partida de 2500 gpm @ 140 psi, diésel	1	Global		

Continuación de la Tabla 3.9					
Ítem	Descripción	Cant	Und	P/U	Total
2.00	Diésel para pruebas & llenado inicial	1	Global		
3.00	Tubería HN, soportes & accesorios del cuarto de máquinas	1	Global		
4.00	Válvulas del cuarto de máquinas	1	Global		
5.00	Mufla - (4 m)	1	Global		
6.00	6" Toma directa de bomberos con válvula OS&Y	1	Global		
7.00	Mano de obra	1	Global		
XI	Campamento en sitio	1	Global	\$ 4 038,00	\$ 4 038,00
				<i>Total de mano de obra</i>	<i>\$100 506,00</i>
				<i>Total de materiales antes de impuesto</i>	<i>\$594 082,00</i>
				Subtotal	\$ 694 588,00
				<i>12% IVA</i>	<i>\$ 83 350,56</i>
				Gran total	\$ 777 938,56

Nota: (Autoría propia, 2022).

El presupuesto anterior incluye dentro de cada bodega, la tubería que se requiere para alimentar los gabinetes de mangueras, en el monto de la tubería se incluyen los accesorios, soportes normales y soportes antisísmicos, también se incluyen los materiales consumibles como trapos de limpieza, lubricante para facilitar los acoplamientos, entre otros. Para el caso de la tubería principal de alimentación se considera de la misma manera, solo que en esta se consideran los soportes de pedestal, válvulas de compuerta tipo OS&Y, indicadas en planos, además, la toma siamesa y los accesorios necesarios para construir los hidrantes en sitio.

En la Bodega #5 se da un caso especial, debido a que en esta no se incluyen los montos de los gabinetes de mangueras, si no que se incluyen los precios del sistema de rociadores diseñado, además, se incluye el precio total de los equipos y accesorios requeridos del sistema de espuma y el kit de control de piso con válvula de retención, sensor de flujo y válvula mariposa.

La tubería subterránea se presenta por aparte de la red del anillo principal de alimentación, debido a que las tuberías y accesorios son distintos y de materiales diferentes, por lo que sus precios varían. Dentro de este desglose se incluyen las transiciones en tubería de hierro dúctil, con los accesorios para su sujeción.

El tanque de almacenamiento de agua se cotizó por medio de un proveedor especializado en el tema, en este monto se incluye todas las previstas requeridas para el sistema contra incendios, tales como la prevista de la succión, la de la toma directa de bomberos y el retorno

de la tubería proveniente del medidor de flujo. También se incluye la mano de obra, en donde se consideran aproximadamente 4 semanas para su instalación, después de tener los materiales en sitio.

En el apartado del equipo de bombeo se incluye la bomba, el motor, los paneles de control de la bomba jockey y la principal, además se incluyen todos los accesorios necesarios para que el sistema funcione correctamente, estos accesorios son los siguientes:

1. Válvula de alivio para el sistema principal 150 mm (6”).
2. Cono de gasto 150 mm x 250 mm (6”x10”).
3. Reducción concéntrica 200 mm x 250 mm (8”x10”).
4. Medidor de flujo de 200 mm (8”).
5. Mufla tipo residencial.
6. Válvulas del cabezal de pruebas, 8 válvulas de 65 mm (2-1/2”).
7. Tanque de combustible de 1 950 l (515 gal) utilizables, pared sencilla con accesorios.
8. Válvula de alivio de 19 mm (¾”) para la bomba jockey.

También se incluye el suministro de diésel para pruebas y llenado inicial, la toma de bomberos, la tubería, válvulas y todos los accesorios necesarios para la implementación de la casa de máquinas, con esto se pretende dejar el sistema funcionando por completo.

Por último, se considera un monto dirigido al campamento en sitio, esto hace referencia al campamento en donde el ingeniero residente va a permanecer, consiste en un contenedor adaptado que funciona como oficina y bodega, ofreciendo un lugar adecuado para trabajar y almacenar equipos valiosos del sistema a construir.

Es importante destacar que los precios unitarios no se muestran en la tabla de desglose, debido a que por políticas de la empresa Salvavidas de Centroamérica S.A, para fines de este documento estarán reservados.

CAPÍTULO

4. Conclusiones y recomendaciones

A continuación, se presentan las conclusiones de la PDG, las cuales acatan al objetivo general y los específicos planteados inicialmente:

4.1. Conclusiones

Se realizó el estudio de riesgos de la planta obteniendo los criterios adecuados para la protección de las áreas y se logró determinar la información necesaria para fundamentar este proyecto de graduación de acuerdo con la normativa NFPA.

Se definió la ruta de la tubería principal de alimentación de los sistemas, la ubicación del equipo de bombeo y el tanque de almacenamiento de agua, además, se dimensionaron las tuberías acordes a las necesidades hidráulicas del sistema.

Se generaron las láminas de diseño, en donde se identifican los sistemas necesarios para la protección contra incendios de la Planta de Líquidos Inflamables, los detalles principales y la selección de equipos especiales dimensionados adecuadamente para los sistemas.

Se realizó el cálculo hidráulico del sistema de gabinetes de manguera, los hidrantes y el sistema de rociadores de la Bodega #5, generando de esta manera un documento por cada sistema con la descripción de la memoria hidráulica.

Se generó una memoria descriptiva del sistema y se logra incluir dentro de esta toda la información técnica relevante y necesaria para construir el sistema adecuadamente.

Se efectuó un presupuesto general que contiene el costo en mano de obra y materiales para cada sistema presente en las bodegas y se concluye que para realizar este sistema contra incendios se requiere una inversión de seiscientos noventa y cuatro mil quinientos ochenta y ocho dólares (\$694 588,00) y se deben incluir los impuestos aplicables en el país (12% IVA).

4.2. Recomendaciones

En esta sección se plantean las recomendaciones que, durante la realización de este proyecto de graduación, se fueron observando y se cree necesaria su implementación para poder tener un sistema con mayor efectividad en el tema de la protección contra incendios.

1. Incluir en el proyecto la construcción de un sistema contra incendios que proteja las áreas en donde están almacenados los tanques verticales y horizontales, por medio de un sistema de espuma-agua.
2. Realizar el diseño y construir un sistema de alarma y detección que permita monitorear las válvulas, sensores de flujo y el equipo de bombeo, por medio de un panel de control para verificar periódicamente si el sistema se encuentra en perfectas condiciones, si válvulas que deben estar abiertas no lo están o que el sistema de bombeo genere alguna alarma que comprometa el funcionamiento del sistema completo.
3. Darle seguimiento al sistema por medio de un plan de mantenimiento de acuerdo con la norma NFPA 25, según la frecuencia indicada, con el objetivo de evitar averías en el sistema y comprometer la seguridad de los trabajadores y el bienestar de la planta.
4. Tener un plan de evacuación que facilite la salida de las personas dentro de la planta y generar procedimientos de contención de derrames de líquidos inflamables que funcionen para mitigar riesgos.

Referencias bibliográficas

- NFPA 1 (2018). *Código de Incendios*. National Fire Protection Association, Quincy, MA.
- NFPA 101 (2021). *Código de Seguridad Humana*. National Fire Protection Association, Quincy, MA.
- NFPA 13 (2022). *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*. National Fire Protection Association, Quincy, MA.
- NFPA 20 (2022). *Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios*. National Fire Protection Association, Quincy, MA.
- NFPA 30 (2018). *Código de Líquidos Inflamables y Combustibles*. National Fire Protection Association, Quincy, MA.
- NFPA 16 (2019). *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores de Agua-Espuma y de Pulverización de Agua-Espumas*. National Fire Protection Association, Quincy, MA.
- NFPA 14 (2019). *Norma para la instalación de Sistemas de Montantes de Mangueras*. National Fire Protection Association, Quincy, MA.
- NFPA 22 (2018). *Norma para Tanques de Agua para la Protección Contra Incendios Privada*. National Fire Protection Association, Quincy, MA.
- NFPA 24 (2022). *Norma para la instalación de Tuberías para Servicio Privado de incendios y sus Accesorios*. National Fire Protection Association, Quincy, MA.
- NFPA 10 (2022). *Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios*. National Fire Protection Association, Quincy, MA.
- FM 3-10 (2000). *Instalación y Mantenimiento de la Red Privada de Bomberos y sus Accesorios*. Factory Mutual Insurance Company.
- Ansul® (2020). *Manual de Diseño y Aplicaciones de Sistemas de Espuma*. Johnson Controls.

ANEXOS

A continuación, se presentan los anexos relevantes en la Práctica Dirigida de Graduación, estos documentos fueron necesarios en el transcurso del proyecto y son fundamentales para entender de una mejor manera lo presentado.

Anexo A. Documentos PDG.

En el siguiente apartado se adjuntan las cartas que respaldan la información descrita en este trabajo y se definen los mecanismos de evaluación con la empresa Salvavidas representada por la asesora externa. Además, se muestran las cartas de aprobación de los contenidos del mismo.

Anexo A.1. Carta de acuerdo bilateral

Alajuela 3 de septiembre del 2020

Señores:

COMISIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACION
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
PRESENTE

Estimados señores:

Yo, Marcela Sauma Quirós, Máster en Protección Contra Incendios, Gerente del departamento de Ventas, hago constar que Alexander Chavarria Zúñiga, carnet B31865, estudiante de la carrera de Ingeniería Mecánica con Énfasis en Protección Contra Incendios, de la Universidad de Costa Rica, realizará la práctica dirigida de graduación bajo mi tutela durante el periodo de Agosto del 2020 a Marzo del 2021, con el proyecto titulado “Diseño del Sistema Fijo Contra Incendios para una Planta de Almacenamiento de Líquidos Inflamables” estableciendo lo siguiente:

A. Objetivos:

1. Determinar el tipo de riesgo de la planta, mediante el estudio de la NFPA para diseñar de acuerdo a lo indicado en la misma.
2. Establecer la ruta de la tubería principal de alimentación, la ubicación del equipo de bombeo contra incendios y el tanque de almacenamiento de agua.
3. Determinar la capacidad del equipo de bombeo (caudal y presión) de acuerdo a los criterios de la NFPA, mediante un software de diseño.
4. Realizar el cálculo antisísmico de la tubería principal utilizando un software de diseño.
5. Generar las láminas en donde se muestre el sistema de rociadores automáticos, red exterior, casa de máquinas con el equipo de bombeo, sistemas de espuma, sistema de diluvio, detalles de soportes, válvulas, riser e isométricos.
6. Elaborar una memoria descriptiva en donde se muestren todas las especificaciones y detalles del sistema diseñado.
7. Elaborar un presupuesto que considere tanto los materiales como la instalación del sistema fijo contra incendios y el equipo de bombeo.

B. Entregables:

1. Reporte de riesgo de la edificación.
2. Plano conjunto donde muestre la ruta de la tubería establecida.
3. Cálculo hidráulico del sistema para determinar la capacidad del equipo de bombeo contra incendios.
4. Cálculo antisísmico de la tubería del sistema.
5. Compendio de los planos del sistema fijo contra incendios en formato bidimensional y tridimensional según lo amerite ver con más detalle el sistema.
6. Memoria descriptiva del diseño.
7. Presupuesto tanto de materiales como de la instalación del sistema diseñado.
8. Bitácora de tareas realizadas en el diseño.

C. Mecanismos de evaluación

• Cálculo hidráulico	10%
• Planos en formato bidimensional	35%
• Cálculo antisísmico	5%
• Planos en formato tridimensional (isométricos)	25%
• Memoria descriptiva	10%
• Presupuesto	10%
• Bitácora	5%

D. Condiciones:

1. Todo lo realizado por el estudiante Alexander Chavarria Zúñiga será propiedad de Salvavidas de Centroamérica S.A., y será presentado como parte de su proyecto de graduación.
2. Toda la información entregada será de carácter confidencial, solo se permite el uso de esta para el fin de su Práctica Dirigida de Graduación.
3. En caso de que Salvavidas de Centroamérica S.A., retire el apoyo total o parcialmente en este proyecto debido a causas de fuerza mayor, se deberá hacer una valoración razonable en conjunto con el Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, sobre el reconocimiento de horas pendientes de ejecutar.
4. En caso de que el estudiante abandone la práctica dirigida se dará por reprobada.

Se despiden cordialmente,

MARCELA
MARIA
SAUMA
QUIROS
(FIRMA)

Digitally signed
by MARCELA
MARIA SAUMA
QUIROS (FIRMA)
Date: 2020.09.03
15:41:57 -06'00'

MSc. Marcela Sauma Quirós.
Gerente del departamento de Ventas.
Salvavidas de Centroamérica S.A.


Alexander Chavarria Zúñiga
Estudiante Universidad de Costa Rica
Escuela de Ingeniería Mecánica con
Énfasis en Protección Contra Incendios

Anexo A.2. Carta asesor director

Alajuela 1 de septiembre del 2020

Señores:

COMISIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PRESENTE

Estimados señores:

Yo, Daniel Bolaños Burbano de Lara, en mi función de asesor director, manifiesto que he revisado cuidadosamente la propuesta de Práctica Dirigida de Graduación titulada: Diseño del Sistema Fijo Contra Incendios Para Una Planta de Almacenamiento de Líquidos Inflamables, del estudiante Alexander Chavarría Zúñiga, carnet B31865, y estoy de acuerdo con todos los apartados y el contenido de la misma. Así también me comprometo a colaborar con el estudiante y para ello me reuniré con él al menos una vez cada quince días para darle seguimiento, revisión, etc., del trabajo. Finalmente doy fe de conocer mis responsabilidades como asesor director, según lo establece el RTFG de la UCR y de la EIM.

Firma: DANIEL BOLAÑOS BURBANO DE LARA (FIRMA) Digitally signed by DANIEL BOLAÑOS BURBANO DE LARA (FIRMA)

Anexo A.3. Carta asesor interno

Alajuela, 27 de agosto del 2020

Señores:

COMISIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACION
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
PRESENTE

Estimados señores:

Yo, Manuel Corella Vargas, en mi función de asesor interno, manifiesto que he revisado cuidadosamente la propuesta de Práctica Dirigida de Graduación titulada: Diseño del Sistema Fijo Contra Incendios Para Una Planta de Almacenamiento de Líquidos Inflamables, del estudiante Alexander Chavarría Zúñiga, carnet B31865, y estoy de acuerdo con todos los apartados y el contenido de la misma. Así también me comprometo a colaborar con el estudiante y para ello me reuniré con él al menos una vez cada quince días para darle seguimiento, revisión, etc., del trabajo. Finalmente doy fe de conocer mis responsabilidades como asesor interno, según lo establece el RTFG de la UCR y de la EIM.

Firma: MANUEL
CORELLA
VARGAS
(FIRMA) Digitally signed
by MANUEL
CORELLA
VARGAS (FIRMA)
Date: 2020.08.27
18:36:58 -06'00'

Anexo A.4. Carta asesor externo

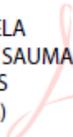
Alajuela 3 de septiembre del 2020

Señores:

COMISIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACION
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
PRESENTE

Estimados señores:

Yo, Marcela Sauma Quirós, en mi función de asesor externo, manifiesto que he revisado cuidadosamente la propuesta de Práctica Dirigida de Graduación titulada: Diseño del Sistema Fijo Contra Incendios Para Una Planta de Almacenamiento de Líquidos Inflamables, del estudiante Alexander Chavarría Zúñiga, carnet B31865, y estoy de acuerdo con todos los apartados y el contenido de la misma. Así también me comprometo a colaborar con el estudiante y para ello me reuniré con él al menos una vez cada quince días para darle seguimiento, revisión, etc., del trabajo. Finalmente doy fe de conocer mis responsabilidades como asesor externo, según lo establece el RTFG de la UCR y de la EIM.

Firma:  Digitally signed
by MARCELA
MARIA SAUMA
QUIROS
(FIRMA) MARIA SAUMA
QUIROS (FIRMA)
Date: 2020.09.03
15:39:12 -06'00'

Anexo A.5. Carta ocupación laboral

Alajuela 16 de septiembre del 2020

Señores:

COMISIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACION

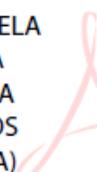
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PRESENTE

Estimados señores:

Yo, Marcela Sauma Quirós, en mi función de asesor externo y gerente del departamento de ventas de la empresa Salvavidas de Centroamérica S.A, jefa directa del estudiante Alexander Chavarría Zúñiga, expreso que el estudiante comenzó a laborar en junio del 2017 en el Departamento de Ventas realizando los presupuestos de los sistemas contra incendios. Debido al incremento de proyectos de diseño de la empresa, se llegó a un acuerdo con el Departamento de Ingeniería para dividir su tiempo laboral entre los dos departamentos, tomando como consideración los conocimientos en el área de diseño de sistemas de protección contra incendios adquiridos en el transcurso de la carrera universitaria. Por lo que desde el año 2019 hasta la actualidad, está laborando medio tiempo en cada departamento cuando es requerido de acuerdo a la demanda de diseños contra incendio de la empresa, de modo que hago constar que tiene los conocimientos necesarios para realizar las tareas indicadas en la PDG.

Se despide cordialmente,

MARCELA		Digitally signed
MARIA		by MARCELA
SAUMA		MARIA SAUMA
QUIROS		QUIROS (FIRMA)
(FIRMA)		Date: 2020.09.17 15:01:11 -06'00'

MSc. Marcela Sauma Quirós

Gerente del departamento de Ventas.

Salvavidas de Centroamérica S.A.

Anexo A.6. Carta acuerdo de privacidad

Alajuela 16 de septiembre del 2020

Señores:

COMISIÓN DE TRABAJOS FINALES DE GRADUACION
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
PRESENTE

Estimados señores:

La presente es para aclarar los aspectos relacionados a la privacidad de la información y los documentos entregables de la Práctica Dirigida de Graduación (PDG). De acuerdo a lo establecido por la empresa en la cual laboro, Salvavidas de Centroamérica S.A., los documentos que forman parte de la PDG se podrán publicar siempre y cuando se cumpla lo siguiente:

- 1) No se debe incluir en nombre de la empresa cliente, en este caso, "Grupo Transmerquim S.A., se considerará como "Planta de Almacenamiento de Líquidos Inflamables" o nombres similares a este.
- 2) No se incluirá los precios unitarios en el presupuesto que se entregará, se mostrarán solamente montos globales.
- 3) El listado y las MSDS (Material Safety Data Sheet) o fichas técnicas de los líquidos que se almacenan no se publicarán debido a que son propiedad del cliente.

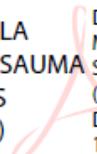
Se despide cordialmente,



Alexander E. Chavarria Zúñiga
Estudiante de la Universidad de Costa Rica
Escuela de Ingeniería Mecánica

MARCELA
MARIA SAUMA
QUIROS
(FIRMA)

Digitally signed by
MARCELA MARIA
SAUMA QUIROS
(FIRMA)
Date: 2020.09.17
15:02:09 -06'00'

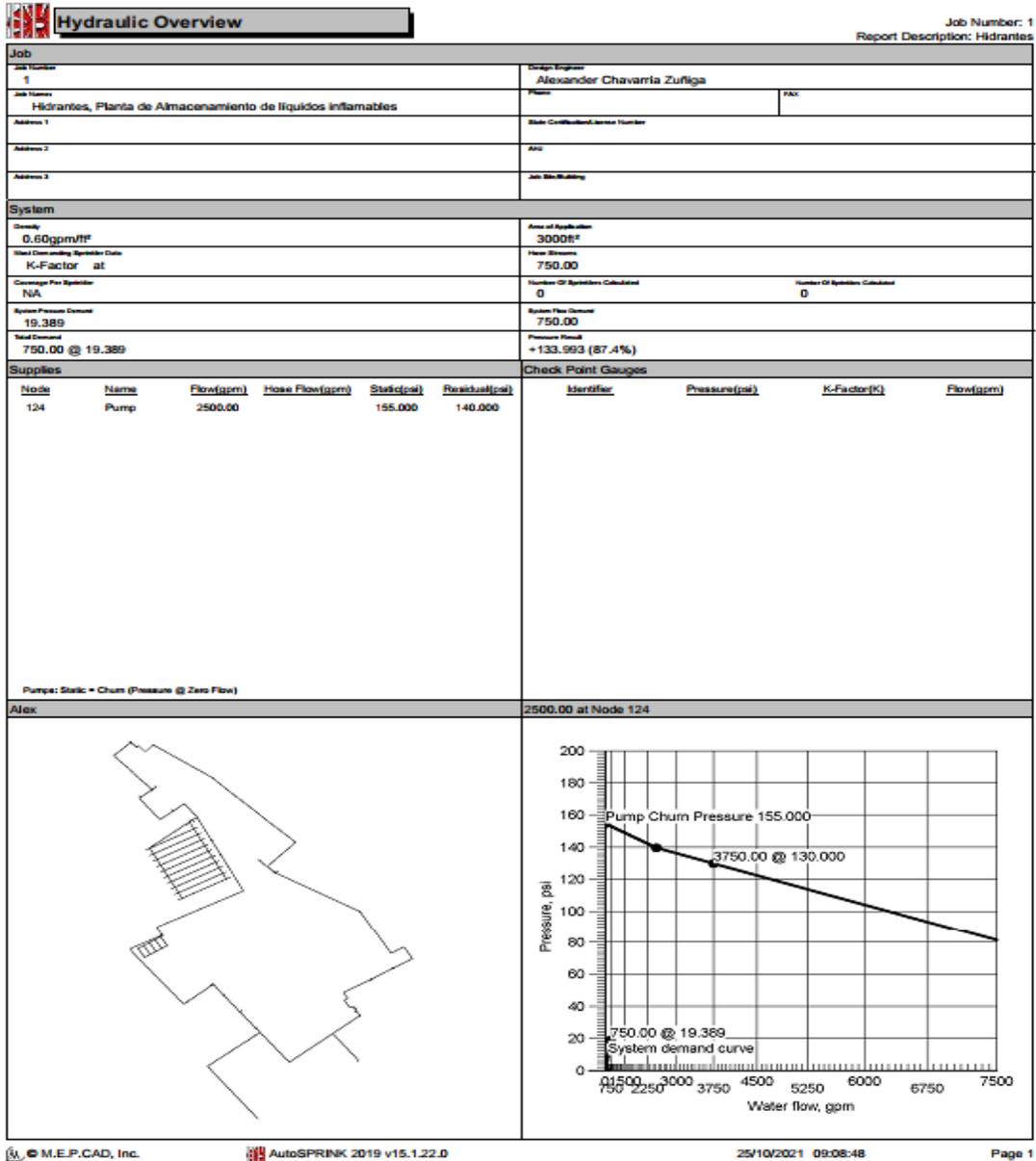


MSc. Marcela Sauma Quiros
Gerente del departamento de Ventas.
Salvavidas de Centroamérica S.A.

ANEXO B. Cálculos hidráulicos de diseño.

Anexo B.1. Cálculos hidráulicos hidrantes

A continuación, se muestran los cálculos hidráulicos realizados para la elaboración del diseño del sistema contra incendios.





Hydraulic Summary

Job Number: 1
Report Description: Hidrantes

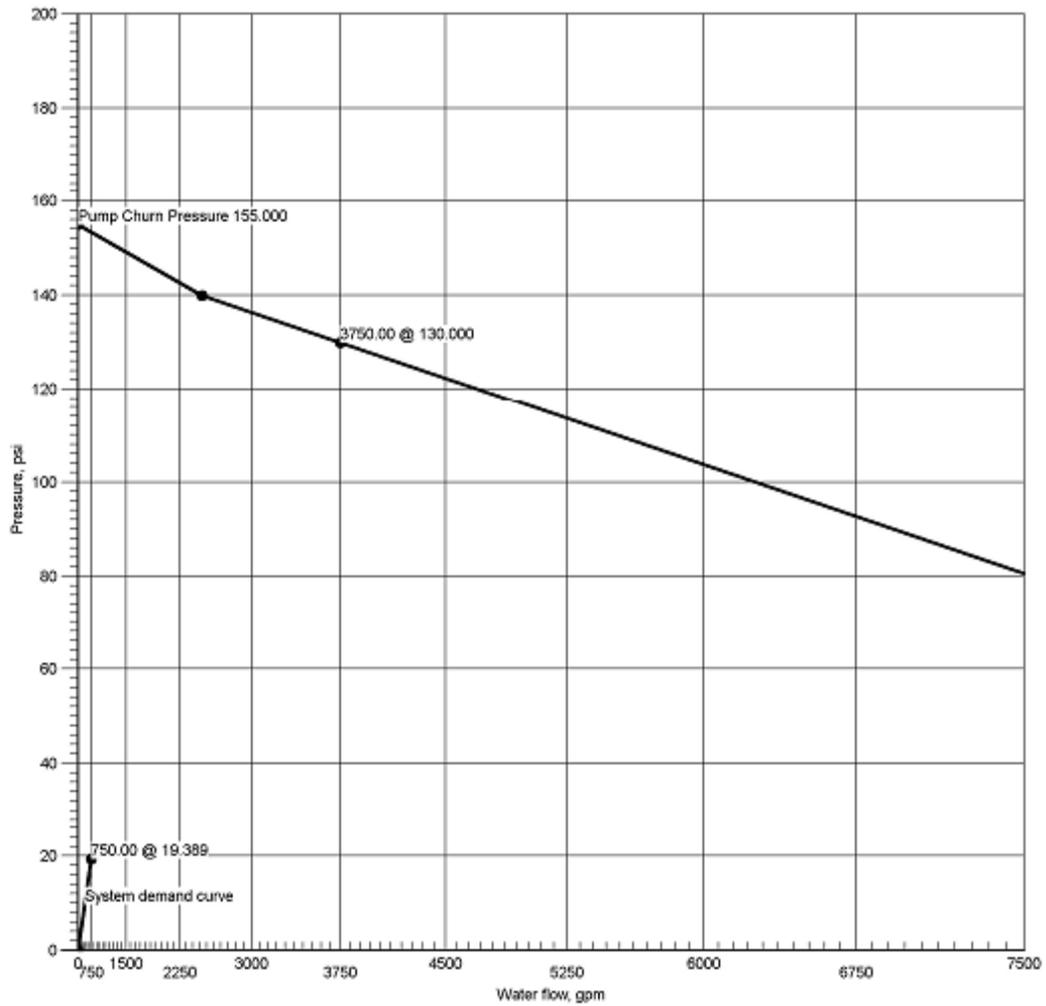
Job		Design Engineer Alexander Chavarria Zufiga							
Job Number 1		State Contractor/Owner Number							
Job Name Hidrantes, Planta de Almacenamiento de líquidos inflamables		Address 1 ANU							
Address 1		Job Site/Building							
Address 2		Drawing Name Hidrantes							
Address 3		System							
Most Demanding System Data		Remote Area(s)							
K-Factor at 0.00		Capacity Almacenamiento	Job Status Manually Flowing						
Hose Allowance At Source 0.00		Density 0.80gpm/ft ³	Area of Application 3000ft ²						
Additional Hose Supplies		Number Of Sprinklers Calculated 0	Number Of Trusses Calculated 0						
Node		Coverage Per Sprinkler NA							
Flow(gpm)		Add'l Peak Residual Pressure For Remote Area(s) Subject To Used Remote Area							
Hydrant At Node 21 250.00									
Hydrant At Node 145 250.00									
Hydrant At Node 272 250.00									
Total Hose Allowance 750.00									
System Flow Demand 750.00		Total Water Required (Including Hose Allowance) 750.00							
Maximum Pressure Violations In Loops 0.000									
Maximum Underside Above Ground 2.82 between nodes 124 and 137									
Maximum Underside Under Ground 0.11 between nodes 177 and 267									
Volume capacity of Wet Pipes 8049.84gal		Volume capacity of Dry Pipes							
Supplies									
Node	Name	Hose Flow (gpm)	Static (psi)	Residual (psi) @	Flow (gpm)	Available (psi) @	Total Demand (gpm)	Required (psi)	Safety Margin (psi)
124	Pump		155.000	140.000	2500.00	153.383	750.00	19.389	133.993
Pumps: Static = Churn (Pressure @ Zero Flow)									
Contractor									
Contractor Number		Contract Name			Contract No.				
Name of Contractor		Phone			Extension				
Address 1		Fax							
Address 2		Email							
Address 3		Website							



Hydraulic Graph

Job Number: 1
Report Description: Hidrantes

Pump at Node 124



Hydraulic Graph	Static + Churn Pressure	Rated Pump Pressure
Pump at Node 124	155.000	140.000 @ 2500.00
Static Pressure	Churn Pressure	
0.000	155.000	
Headloss Pressure		
0.000 @ 0.00		
Available Pressure at Time of Test	Available Pressure at Pump Discharge	
0.000 @ 0.00	153.383 @ 750.00	
System Curve		
19.389 @ 750.00		



Node Analysis

Job Number: 1
Report Description: Hidrantes

Node	Elevation(Foot)	Fittings	Pressure(psi)	Discharge(gpm)
21	0'-2	Hyd(-20.001)	20.223	250.00
145	0'-8	Hyd(-20.001)	20.165	250.00
272	0'-8½	Hyd(-20.001)	20.001	250.00
22	-5'-5½	E(14'-0)	22.719	
23	-5'-5½	T(50'-0)	22.890	
124	2'-11	P2(-153.383)	19.389	
137	2'-11	T(50'-0)	19.373	
152	-5'-5½	T(46'-2½)	22.969	
267	-3'-11	T(46'-2½)	22.142	
269	-3'-11	E(14'-0)	22.057	



Node Analysis

Job Number: 1

Report Description: Hidrantes

Node	Elevation(Foot)	Fittings	Pressure(psi)	Discharge(gpm)
21	0'-2	Hyd(-20.001)	20.223	250.00
145	0'-8	Hyd(-20.001)	20.165	250.00
272	0'-8½	Hyd(-20.001)	20.001	250.00
22	-5'-5½	E(14'-0)	22.719	
23	-5'-5½	T(50'-0)	22.890	
124	2'-11	P2(-153.383)	19.389	
137	2'-11	T(50'-0)	19.373	
152	-5'-5½	T(46'-2½)	22.969	
267	-3'-11	T(46'-2½)	22.142	
269	-3'-11	E(14'-0)	22.057	



Hydraulic Analysis

Job Number: 1

Report Description: Hydrantes

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure	
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Fittings	Summary	
Upstream								
						Eq. Length		
						Total Length		
Route 1								
BL	6.0650	250.00	2.78	120	0.002707			
272	0'-8"	250.00		20.001	Hydrant,	4'-7"	PF 0.050	
269	-3'-11"			22.057	E(14'-0")	14'-0"	Pe 2.006	
						18'-7"	Pv	
CM	6.0900	250.00	2.75	150	0.001756			
269	-3'-11"			22.057		2'-3"	PF 0.085	
267	-3'-11"			22.142	T(46'-2 1/2")	46'-2 1/2"	Pe -0.000	
						48'-5"	Pv	
CM	10.0200	223.77	0.91	120	0.000191			
267	-3'-11"			22.142		406'-7"	PF 0.145	
152	-5'-5 1/2"			22.969	16E(22'-0")	352'-0"	Pe 0.671	
						758'-7"	Pv	
CM	10.0200	473.77	1.93	120	0.000766			
152	-5'-5 1/2"	250.00		22.969	Flow (q) from Route 2	22'-8"	PF 0.051	
137	2'-11"			19.373	2E(22'-0")	44'-0"	Pe -3.637	
						66'-8"	Pv	
CM	10.4200	750.00	2.82	120	0.001481			
137	2'-11"	276.23		19.373	Flow (q) from Route 3	11'-1 1/2"	PF 0.016	
124	2'-11"			19.389		11'-1 1/2"	Pe	
							Pv	
Pump								
124		750.00		19.389	Rating: 140.000 @ 2500.00			
118		Q=750.00	2.82	-133.993	Churn Pressure: 155.000			
		0.00			Hose Allowance At Source			
124		750.00						
Route 2								
CM	6.0900	250.00	2.75	150	0.001756			
145	0'-8"	250.00		20.165	Hydrant,	9'-2 1/2"	PF 0.135	
152	-5'-5 1/2"			22.969	E(21'-7"), T(46'-2 1/2")	67'-9 1/2"	Pe 2.658	
						77'-0"	Pv	
Route 3								
BL	6.0650	250.00	2.78	120	0.002707			
21	0'-2"	250.00		20.223	Hydrant,	5'-7 1/2"	PF 0.053	
22	-5'-5 1/2"			22.719	E(14'-0")	14'-0"	Pe 2.442	
						19'-7 1/2"	Pv	
CM	6.0900	250.00	2.75	150	0.001756			
22	-5'-5 1/2"			22.719		6'-10"	PF 0.093	
23	-5'-5 1/2"			22.810	T(46'-2 1/2")	46'-2 1/2"	Pe -0.002	
						53'-1 1/2"	Pv	
CM	10.0200	276.23	1.12	120	0.000282			
23	-5'-5 1/2"	26.23		22.810	Flow (q) from Route 4	427'-7"	PF 0.191	
137	2'-11"			19.373	7E(22'-0"), 4EE(11'-0"), T(50'-0")	248'-0"	Pe -3.628	
						675'-7"	Pv	
Route 4								
CM	10.0200	26.23	0.11	120	0.000004			
267	-3'-11"	223.77		22.142	Flow (q) from Route 1	905'-3"	PF 0.005	
23	-5'-5 1/2"			22.810	21E(22'-0"), 2EE(11'-0"), 2T(50'-0")	584'-0"	Pe 0.662	
						1489'-3"	Pv	
Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings (C=120 only)								
$\left(\frac{\text{Actual Inside Diameter}}{\text{Schedule 40 Steel Pipe Inside Diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$				C Value Multiplier				
				Value Of C	100	130	140	150
				Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33	1.51



Hydraulic Analysis

Job Number: 1

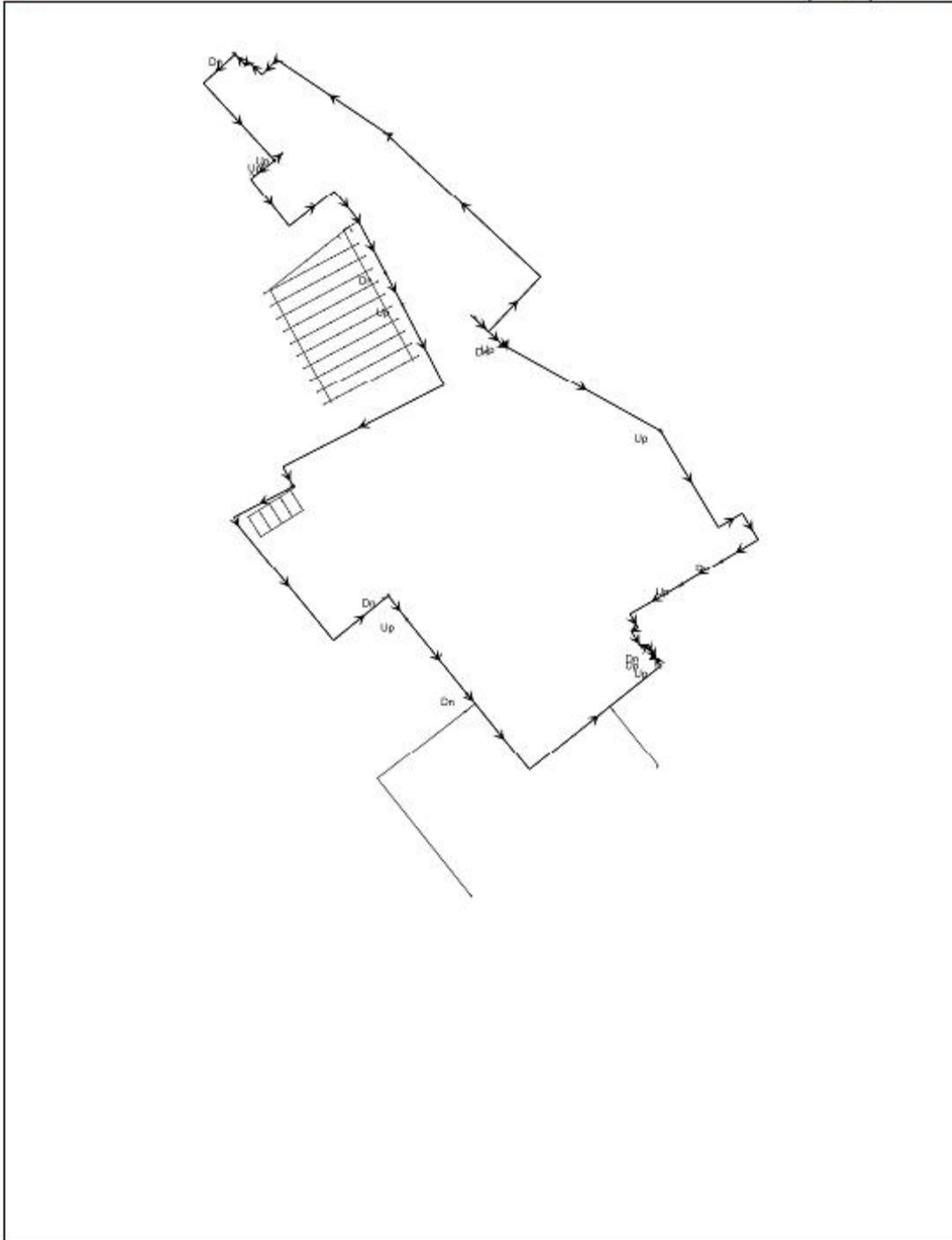
Report Description: Hidrantes

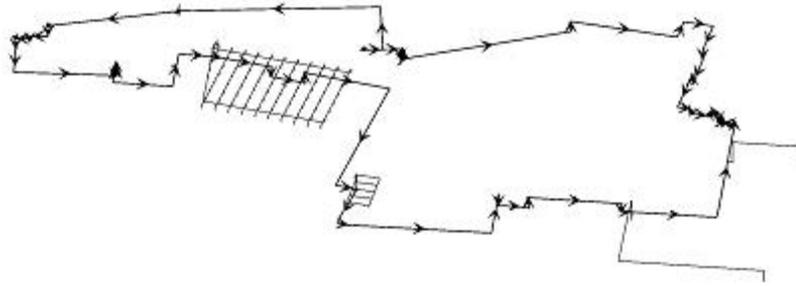
Downstream	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Upstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Fittings	Summary
Pipe Type Legend		Units Legend			Fittings Legend		
AD	Arm-Over	Diameter	Inch	ALV	Alarm Valve	Eq. Length	Pressure Summary
BL	Branch Line	Elevation	Foot	AngV	Angle Valve	Total Length	
CM	Cross Main	Flow	gpm	b	Bushing		
DN	Drain	Discharge	gpm	BaIV	Ball Valve		
DR	Drop	Velocity	fps	BFP	Backflow Preventer		
DY	Dynamic	Pressure	psi	BV	Butterfly Valve		
FM	Feed Main	Length	Foot	C	Cross Flow Turn 90°		
FR	Feed Riser	Friction Loss	psi/Foot	cpIg	Coupling		
MS	Miscellaneous	HWC	Hazen-Williams Constant	Cr	Cross Run		
OR	Outrigger	Pt	Total pressure at a point in a pipe	CV	Check Valve		
RN	Riser Nipple	Pn	Normal pressure at a point in a pipe	DaIV	Deluge Valve		
SP	Sprig	Pf	Pressure loss due to friction between points	DPV	Dry Pipe Valve		
ST	Stand Pipe	Pe	Pressure due to elevation difference between indicated points	E	90° Elbow		
UG	Underground	Pv	Velocity pressure at a point in a pipe	EE	45° Elbow		
				Ee1	1 1/2" Elbow		
				Ee2	2 1/2" Elbow		
				f	Flow Device		
				fd	Flex Drop		
				FDC	Fire Department Connection		
				fE	90° FireLock(TM) Elbow		
				fEE	45° FireLock(TM) Elbow		
				flg	Flange		
				FN	Floating Node		
				FT	FireLock(TM) Tee		
				g	Gauge		
				GloV	Globe Valve		
				GV	Gate Valve		
				Ho	Hose		
				Hose	Hose		
				HV	Hose Valve		
				Hyd	Hydrant		
				LfE	Long Turn Elbow		
				mecT	Mechanical Tee		
				Noz	Nozzle		
				P1	Pump In		
				P2	Pump Out		
				PIV	Post Indicating Valve		
				PO	Pipe Outlet		
				PrV	Pressure Relief Valve		
				PRV	Pressure Reducing Valve		
				red	Reducer/Adapter		
				S	Supply		
				sCV	Swing Check Valve		
				SfX	Seismic Flex		
				Spr	Sprinkler		
				St	Strainer		
				T	Tee Flow Turn 90°		
				Tr	Tee Run		
				U	Union		
				WtF	Wirsbo		
				WMV	Water Meter Valve		
				Z	Cap		



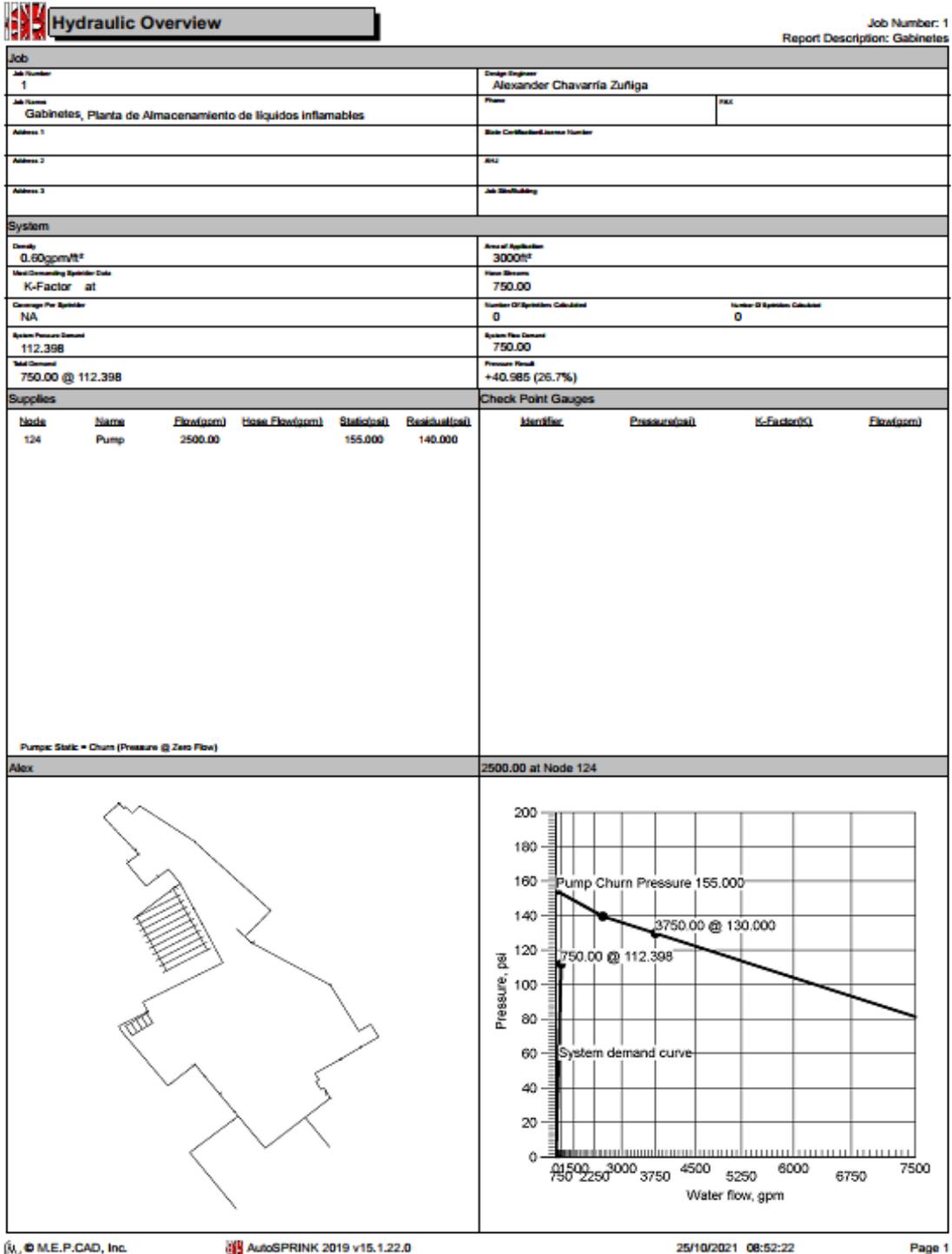
Flow Diagram (Top View)

Job Number: 1
Report Description: Hidrantes





Anexo B.2. Cálculos hidráulicos gabinetes de manguera

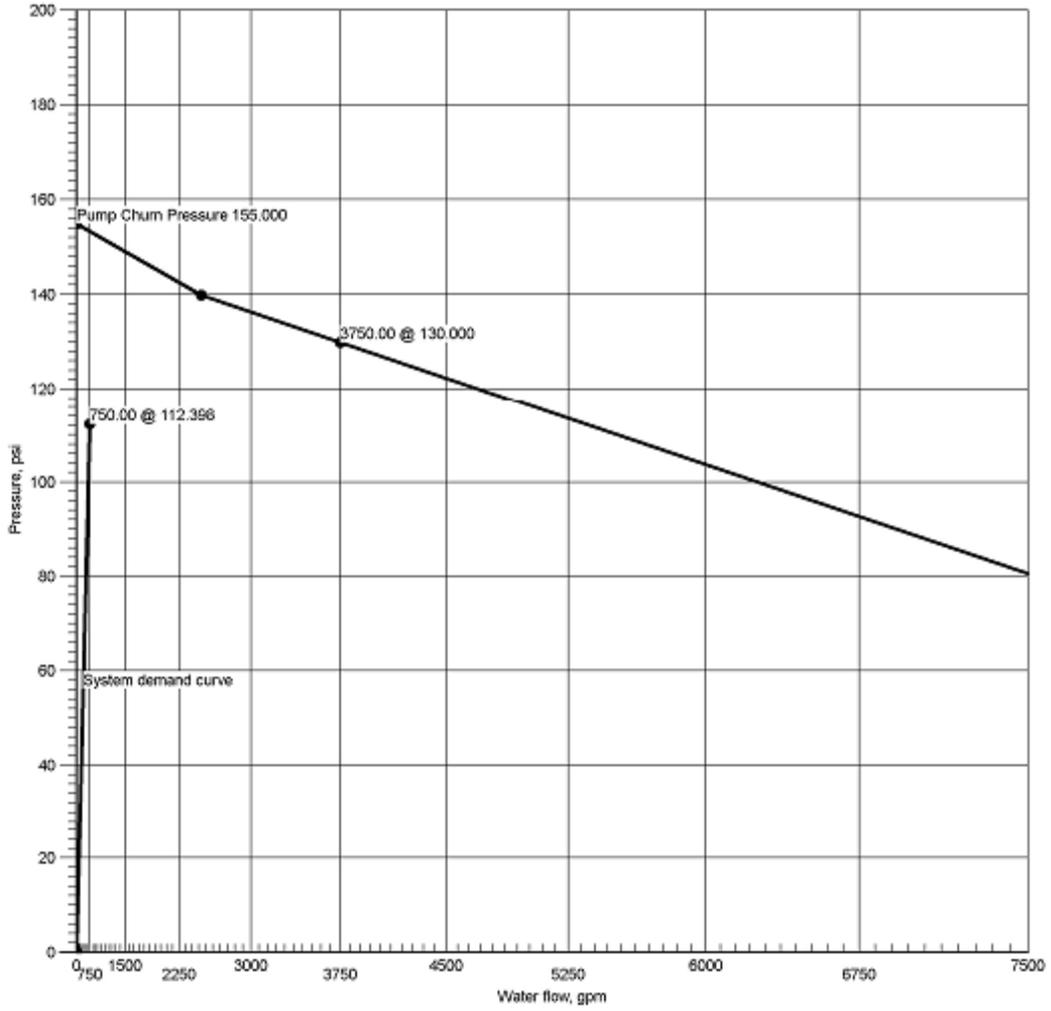




Hydraulic Graph

Job Number: 1
Report Description: Gabinete

Pump at Node 124



Hydraulic Graph	Static + Churn Pressure	Rated Pump Pressure
Pump at Node 124	155.000	140.000 @ 2500.00
Static Pressure	Churn Pressure	
0.000	155.000	
Residual Pressure		
0.000 @ 0.00		
Available Pressure at Test of Test	Available Pressure at Pump Challenge	
0.000 @ 0.00	153.383 @ 750.00	
System Demand		
112.398 @ 750.00		



Summary Of Outflowing Devices

Job Number: 1
Report Description: Gabinetes

Device	Actual Flow (gpm)	Minimum Flow (gpm)	K-Factor (K)	Pressure (psi)		
Hose 39	250.00	250.00	0	99.479		
Hose 249	250.00	250.00	25	100.000		
Hose 265	250.00	250.00	0	99.693		

⇒ Most Demanding Sprinkler Data



Node Analysis

Job Number: 1

Report Description: Gabinete

Node	Elevation(Feet)	Fittings	Pressure(psi)	Discharge(gpm)
39	4'-9 1/2	Hose(42'-6 1/2)	99.479	250.00
249	4'-0 1/2	Hose(-100.000)(42'-6 1/2)	100.000	250.00
265	4'-0	Hose(42'-6 1/2)	99.693	250.00
42	4'-9 1/2	PO(16'-5 1/2)	110.674	
43	3'-0	T(26'-4)	111.882	
124	2'-11	P2(-153.383)	112.398	
137	2'-11	T(50'-0)	112.382	
251	4'-0 1/2	PO(16'-5 1/2)	110.944	
252	2'-11 1/2	PO(26'-4)	111.833	
270	4'-0	PO(16'-5 1/2)	110.975	
271	3'-0	T(26'-4)	111.830	



Hydraulic Analysis

Job Number: 1
Report Description: Gabineteles

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Fittings	Summary
Upstream						Eq. Length Total Length	
Route 1							
CM	2.6350	250.00	14.71	120	0.156906		
249	4'-0"	250.00		100.000	Hose(100.000)(42'-6")	2'-6"	Pf 10.944
251	4'-0"			110.944	E(8'-3), PO(16'-5")	67'-3"	Pe -0.000
FR	4.2600	250.00	5.63	120	0.015122		
251	4'-0"			110.944		1'-1"	Pf 0.415
252	2'-11"			111.833	PO(26'-4)	26'-4"	Pe 0.474
						27'-5"	Pv
CM	10.0200	105.95	0.43	120	0.000048		
252	2'-11"			111.833		73'-1"	Pf 0.008
271	3'-0"			111.830	4E(22'-0)	88'-0"	Pe -0.011
						161'-1"	Pv
CM	10.0200	355.95	1.45	120	0.000451		
271	3'-0"	250.00		111.830	Flow (q) from Route 3	655'-9"	Pf 0.524
137	2'-11"			112.382	23E(22'-0)	506'-0"	Pe 0.028
						1161'-9"	Pv
CM	10.4200	750.00	2.82	120	0.001481		
137	2'-11"	394.05		112.382	Flow (q) from Route 2	11'-1"	Pf 0.016
124	2'-11"			112.398		11'-1"	Pe
							Pv
Pump							
			Velocity				
124		750.00		112.398	Rating: 140.000 @ 2500.00		
118		Q=750.00	2.82	-40.985	Churn Pressure: 155.000		
		0.00			Hose Allowance At Source		
124		750.00					
Route 2							
CM	2.6350	250.00	14.71	120	0.156906		
39	4'-9"	250.00		99.479	Hose(42'-6")	4'-1"	Pf 11.194
42	4'-9"			110.674	E(8'-3), PO(16'-5")	67'-3"	Pe -0.000
						71'-4"	Pv
FR	4.2600	250.00	5.63	120	0.015122		
42	4'-9"			110.674		1'-9"	Pf 0.426
43	3'-0"			111.882	T(26'-4)	26'-4"	Pe 0.783
						28'-1"	Pv
CM	10.0200	394.05	1.60	120	0.000545		
43	3'-0"	144.05		111.882	Flow (q) from Route 4	518'-9"	Pf 0.466
137	2'-11"			112.382	11E(22'-0), 4EE(11'-0), T(50'-0)	336'-0"	Pe 0.034
						854'-9"	Pv
Route 3							
CM	2.6350	250.00	14.71	120	0.156906		
265	4'-0"	250.00		99.693	Hose(42'-6")	4'-7"	Pf 11.282
270	4'-0"			110.975	E(8'-3), PO(16'-5")	67'-3"	Pe -0.000
						71'-11"	Pv
FR	4.2600	250.00	5.63	120	0.015122		
270	4'-0"			110.975		1'-0"	Pf 0.414
271	3'-0"			111.830	T(26'-4)	26'-4"	Pe 0.441
						27'-4"	Pv
Route 4							
CM	10.0200	144.05	0.59	120	0.000085		
252	2'-11"	105.95		111.833	Flow (q) from Route 1	514'-6"	Pf 0.066
43	3'-0"			111.882	9E(22'-0), 2EE(11'-0), T(50'-0)	270'-0"	Pe -0.017
						784'-6"	Pv

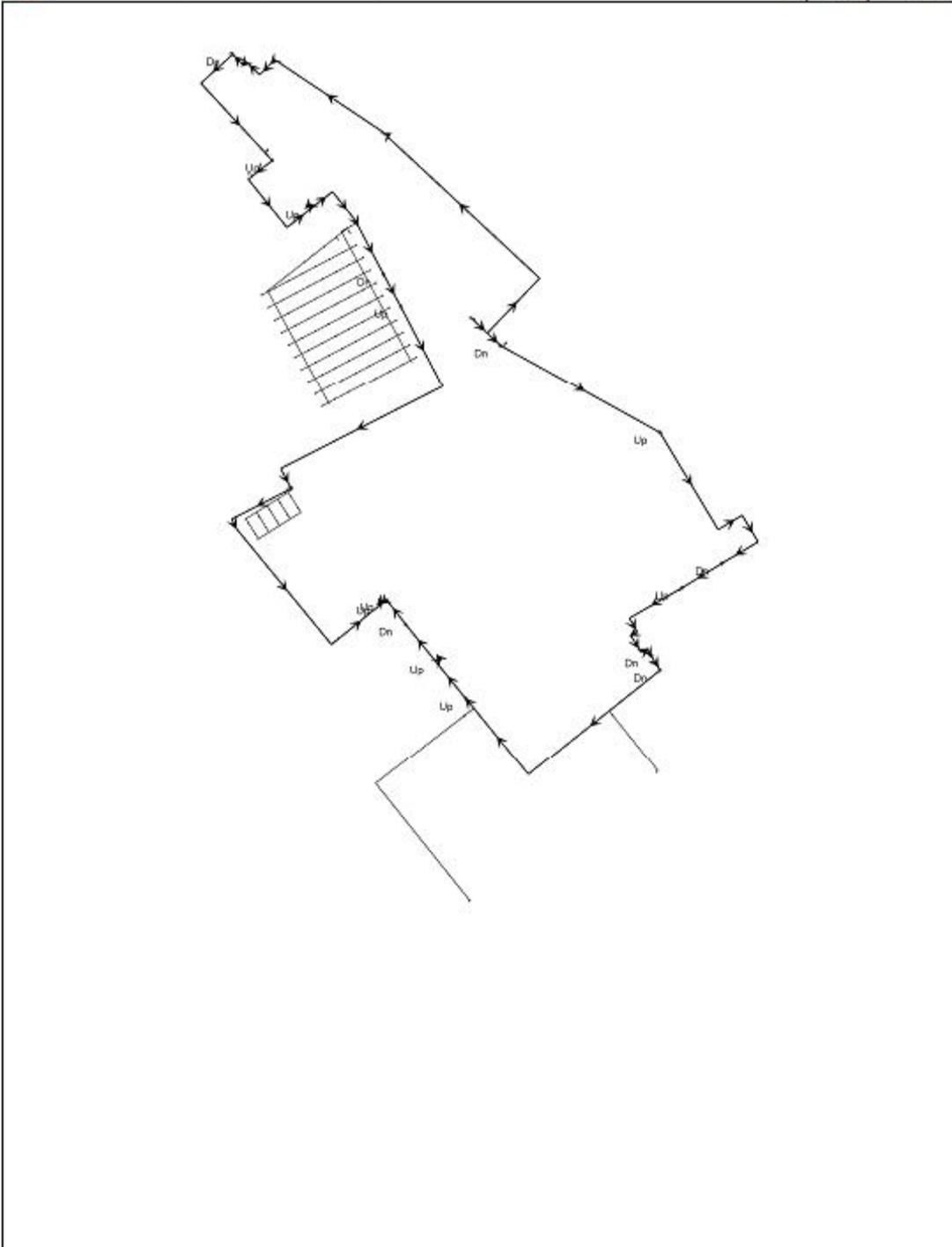
Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings (C=120 only)		C Value Multiplier				
$\left(\frac{\text{Actual Inside Diameter}}{\text{Schedule 40 Steel Pipe Inside Diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$		Value Of C	100	130	140	150
		Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33	1.51



Hydraulic Analysis

Job Number: 1
Report Description: Gabineteles

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Fittings	Summary
Upstream						Eq. Length Total Length	
Pipe Type Legend		Units Legend			Fittings Legend		
AO	Arm-Over	Diameter	Inch	ALV	Alarm Valve		
BL	Branch Line	Elevation	Foot	AngV	Angle Valve		
CM	Cross Main	Flow	gpm	b	Bushing		
DN	Drain	Discharge	gpm	BalV	Ball Valve		
DR	Drop	Velocity	fps	BFP	Backflow Preventer		
DY	Dynamic	Pressure	psi	BV	Butterfly Valve		
FM	Feed Main	Length	Foot	C	Cross Flow Turn 90°		
FR	Feed Riser	Friction Loss	psi/foot	cpfg	Coupling		
MS	Miscellaneous	HWC	Hazen-Williams Constant	Cr	Cross Run		
OR	Outrigger	Pt	Total pressure at a point in a pipe	CV	Check Valve		
RN	Riser Nipple	Pn	Normal pressure at a point in a pipe	DelV	Deluge Valve		
SP	Sprig	Pf	Pressure loss due to friction between points	DPV	Dry Pipe Valve		
ST	Stand Pipe	Pe	Pressure due to elevation difference between indicated points	E	90° Elbow		
UG	Underground	Pv	Velocity pressure at a point in a pipe	EE	45° Elbow		
				Ee1	1 1/2" Elbow		
				Ee2	2 1/2" Elbow		
				f	Flow Device		
				fd	Flex Drop		
				FDC	Fire Department Connection		
				fE	90° FireLock(TM) Elbow		
				fEE	45° FireLock(TM) Elbow		
				fg	Flange		
				FN	Floating Node		
				FT	FireLock(TM) Tee		
				g	Gauge		
				GloV	Globe Valve		
				GV	Gate Valve		
				Ho	Hose		
				Hose	Hose		
				HV	Hose Valve		
				Hyd	Hydrant		
				LtE	Long Turn Elbow		
				mecT	Mechanical Tee		
				Noz	Nozzle		
				P1	Pump In		
				P2	Pump Out		
				PIV	Post Indicating Valve		
				PO	Pipe Outlet		
				PRV	Pressure Reducing Valve		
				PrV	Pressure Relief Valve		
				red	Reducer/Adapter		
				S	Supply		
				sCV	Swing Check Valve		
				Spr	Sprinkler		
				St	Strainer		
				T	Tee Flow Turn 90°		
				Tr	Tee Run		
				U	Union		
				WtrF	Wirsbo		
				WMV	Water Meter Valve		
				Z	Cap		



Anexo B.3. Cálculos hidráulicos Bodega #5

Hydraulic Overview

Job Number: 1
 Report Description: Almacenamiento

Job																					
Job Number 1	Design Engineer Alexander Chavarria Zuñiga																				
Job Name Bodega #5, Planta de Almacenamiento de líquidos inflamables	Phone	Fax																			
Address 1	State Code/Zip/County Number																				
Address 2	City																				
Address 3	Job Description																				
System																					
Density 0.60gpm/ft ³	Area of Application 3000ft ² (Actual 3002ft ²)																				
Used Consulting Sprinkler Data 16.8 K-Factor 68.84 at 16,790	Flow Above 500.00																				
Coverage Per Sprinkler 94ft ²	Number Of Sprinklers Calculated 32	Number Of Sprinklers Checked 0																			
System Pressure Demand 117.614	System Flow Demand 2468.14																				
Total Demand 2468.14 @ 117.614	Pressure Head +22.738 (16.2%)																				
Supplies																					
Check Point Gauges																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th>Node</th> <th>Name</th> <th>Flow(gpm)</th> <th>Loss Flow(gpm)</th> <th>Station(ft)</th> <th>Residual(ft)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>124</td> <td>Pump</td> <td>2500.00</td> <td></td> <td>155.000</td> <td>140.000</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: 0.7em; margin-top: 10px;">Pump: Static + Churn (Pressure @ Zero Flow)</p>	Node	Name	Flow(gpm)	Loss Flow(gpm)	Station(ft)	Residual(ft)	124	Pump	2500.00		155.000	140.000	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th>Marker</th> <th>Pressure(ft)</th> <th>K-Factor(K)</th> <th>Flow(gpm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Marker	Pressure(ft)	K-Factor(K)	Flow(gpm)				
Node	Name	Flow(gpm)	Loss Flow(gpm)	Station(ft)	Residual(ft)																
124	Pump	2500.00		155.000	140.000																
Marker	Pressure(ft)	K-Factor(K)	Flow(gpm)																		
Alex																					

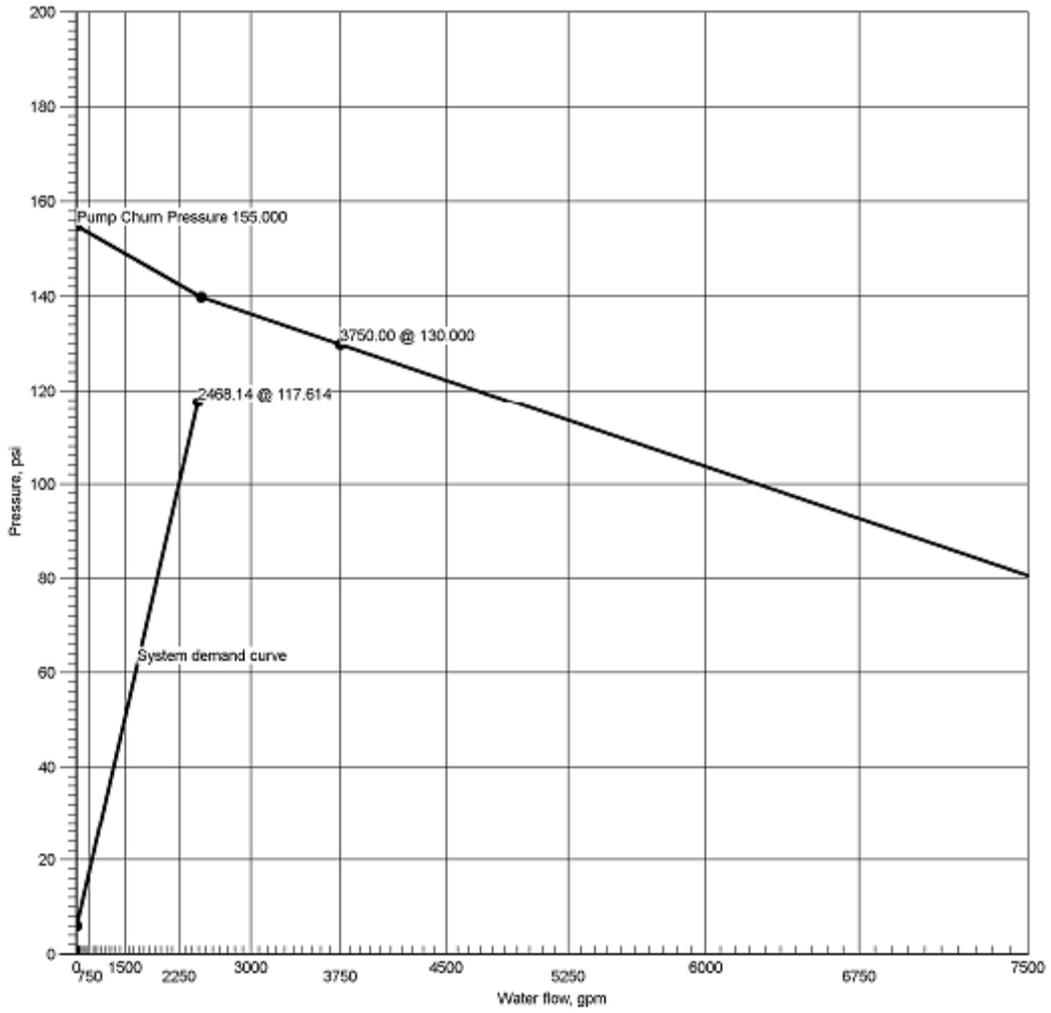


Hydraulic Summary

Job Number: 1
Report Description: Almacenamiento

Job											
Job Number 1	Design Engineer Alexander Chavarria Zuñiga										
Job Name Bodega #5, Planta de Almacenamiento de líquidos inflamables	Site Contributed Name Number										
Address 1	Site										
Address 2	Job Site/Building										
Address 3	Display Name Bodega #5										
System											
Most Demanding Sprinkler Data 16.8 K-Factor 68.84 at 16.790	Remote Area(s) Almacenamiento										
Flow Measurement At Source 0.00	Capacity 0.60gpm/ft ²										
Additional Flow Supplies	Area of Application 3000ft ² (Actual 3002ft ²)										
Node	Flow(gpm)										
Hose At Node 28	250.00										
Hose At Node 38	250.00										
Number Of Sprinklers Calculated 32											
Number Of Trusses Calculated 0											
Coverage Per Sprinkler 94ft ²											
Subtotal Results/Pressure For Remote Area(s) Adjusted To Meet Remote Area											
Total Hose Streams 500.00											
System Flow Demand 2468.14	Total Water Required (Including Hose Allowance) 2468.14										
Maximum Pressure Undersize In Loops 0.000											
Maximum Velocity Above Ground 44.30 between nodes 46 and 60											
Maximum Velocity Under Ground 3.92 between nodes 144 and 41											
Minimum Capacity of Wet Pipes 8047.63gal	Minimum Capacity of Dry Pipes										
Supplies											
Node	Name	Hose Flow (gpm)	Static (psi)	Residual (psi)	@	Flow (gpm)	Available (psi)	@	Total Demand (gpm)	Required (psi)	Safety Margin (psi)
124	Pump		155.000	140.000		2500.00	140.352		2468.14	117.614	22.738
Pump: Static + Churn (Pressure @ Zero Flow)											
Contractor											
Contractor Number		Contract Name		Contract Title							
Name of Contractor		Phone		Extension							
Address 1		Fax									
Address 2		Email									
Address 3		Website									

Pump at Node 124



Hydraulic Graph	Static + Churn Pressure	Rated Pump Pressure
Pump at Node 124	155.000	140.000 @ 2500.00
Static Pressure	Churn Pressure	
0.000	155.000	
Residual Pressure		
0.000 @ 0.00		
Available Pressure at Test of Test	Available Pressure at Pump Challenge	
0.000 @ 0.00	140.352 @ 2468.14	
System Demand		
117.614 @ 2468.14		



Node Analysis

Job Number: 1

Report Description: Almacenamiento

Node	Elevation(Feet)	Fittings	Pressure(psi)	Discharge(gpm)
28	4'-9 1/2"	Hose(-100.000)(42'-6 1/2")	100.000	250.00
38	4'-9 1/2"	Hose(42'-6 1/2")	99.490	250.00
342	16'-10"	Spr(-29.058)	29.058	90.56
346	16'-10"	Spr(-22.168)	22.168	79.10
349	16'-10"	Spr(-27.789)	27.789	88.56
351	16'-10"	Spr(-19.559)	19.559	74.30
354	16'-10"	Spr(-21.083)	21.083	77.14
355	16'-10"	Spr(-18.550)	18.550	72.36
357	16'-10"	Spr(-28.708)	28.708	90.01
359	16'-10"	Spr(-18.529)	18.529	72.32
360	16'-10"	Spr(-18.410)	18.410	72.08
363	16'-10"	Spr(-17.522)	17.522	70.32
364	16'-10"	Spr(-18.526)	18.526	72.31
366	16'-10"	Spr(-28.453)	28.453	89.61
368	16'-10"	Spr(-17.369)	17.369	70.02
369	16'-10"	Spr(-19.473)	19.473	74.13
370	16'-10"	Spr(-20.469)	20.469	76.01
372	16'-10"	Spr(-17.461)	17.461	70.20
373	16'-10"	Spr(-22.430)	22.430	79.57
374	16'-10"	Spr(-17.952)	17.952	71.18
376	16'-10"	Spr(-18.309)	18.309	71.89
377	16'-10"	Spr(-16.950)	16.950	69.17
379	16'-10"	Spr(-20.996)	20.996	76.98
380	16'-10"	Spr(-16.790)	16.790	68.84
382	16'-10"	Spr(-16.871)	16.871	69.01
383	16'-10"	Spr(-20.643)	20.643	76.33
384	16'-10"	Spr(-17.669)	17.669	70.62
385	16'-10"	Spr(-20.216)	20.216	75.54
31	4'-9 1/2"	PO(16'-5 1/2")	111.194	
32	3'-0"	T(26'-4")	112.403	
41	4'-9 1/2"	PO(16'-5 1/2")	110.685	
42	3'-0"	T(26'-4")	111.893	
45	3'-0 1/2"	T(37'-8 1/2")	111.648	
46	16'-9"	E(13'-2")	100.666	
60	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	57.432	
66	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	51.938	
73	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	47.226	
84	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	43.129	
91	18'-1 1/2"	PO(20'-2")	38.119	
98	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	39.531	
103	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	37.251	
112	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	36.443	
117	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	36.423	
122	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	32.575	
124	2'-11"	P2(-140.352)	117.614	
126	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	33.678	
129	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	24.784	
131	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	34.925	
134	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	31.141	
137	2'-11"	T(50'-0")	117.465	
138	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	21.828	
139	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	32.199	
142	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	23.555	
143	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	20.684	
144	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	32.709	
148	18'-1 1/2"	E(3'-0")	30.520	
153	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	20.661	
155	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	31.610	
156	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	20.526	
159	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	19.518	
160	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	29.809	
161	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	20.658	



Node Analysis

Job Number: 1

Report Description: Almacenamiento

Node	Elevation(Feet)	Fittings	Pressure(psi)	Discharge(gpm)
163	18'-1 1/2"	E(3'-0")	30.246	
166	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	31.347	
167	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	19.345	
168	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	21.731	
170	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	22.859	
172	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	25.999	
173	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	19.449	
174	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	25.081	
176	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	20.006	
178	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	20.412	
179	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	18.869	
180	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	24.321	
182	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	23.457	
184	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	18.688	
187	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	23.057	
188	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	23.907	
189	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	18.780	
192	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	19.685	
193	18'-1 1/2"	PO(10'-0")	23.407	
194	18'-1 1/2"	PO(6'-0")	22.573	



Hydraulic Analysis

Job Number: 1
Report Description: Almacenamiento

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
Route 1							
CM	2.6350	250.00	14.71	120	0.156206		
28	4'-9"	250.00		100.000	Hose(-100.000)(42'-6")	4'-1	Pf 11.194
31	4'-9"			111.194	E(8'-3), PO(16'-5")	67'-3	Pe -0.000
						71'-4	Pv
FR	4.2600	250.00	5.63	120	0.015122		
31	4'-9"			111.194		1'-9"	Pf 0.426
32	3'-0"			112.403	T(26'-4)	26'-4	Pe 0.783
						28'-1"	Pv
CM	10.0200	1506.55	6.13	120	0.006504		
32	3'-0"	1255.55		112.403	Flow (q) from Route 2	453'-1"	Pf 5.028
137	2'-11"			117.465	8E(22'-0), 2T(50'-0), 4EE(11'-0)	320'-0	Pe 0.034
						773'-1"	Pv
CM	10.4200	2468.14	9.29	120	0.013413		
137	2'-11"	962.59		117.465	Flow (q) from Route 29	11'-1"	Pf 0.149
124	2'-11"			117.614		11'-1"	Pe
							Pv
Pump							
124		2468.14		117.614	Rating: 140.000 @ 2500.00		
118		Q=2468.14	9.29	-22.738	Churn Pressure: 155.000		
		0.00			Hose Allowance At Source		
124		2468.14					
Route 2							
RL	1.3800	68.84	14.77	120	0.336855		
380	16'-10"	68.84	16.8	16.790	Sprinkler,	1'-3"	Pf 2.452
184	18'-1"			18.688	PO(6'-0)	6'-0	Pe -0.554
						7'-3"	Pv
CM	2.0670	40.75	3.90	120	0.017850		
184	18'-1"			18.688		10'-2	Pf 0.181
179	18'-1"			18.869		10'-2	Pe -0.001
							Pv
CM	2.0670	109.91	10.51	120	0.111914		
179	18'-1"	69.17		18.869	Flow (q) from Route 4	10'-2	Pf 1.138
176	18'-1"			20.006		10'-2	Pe -0.001
							Pv
CM	2.0670	181.09	17.31	120	0.281882		
176	18'-1"	71.18		20.006	Flow (q) from Route 9	10'-1"	Pf 2.854
170	18'-1"			22.859		10'-1"	Pe -0.001
							Pv
CM	2.0670	257.10	24.58	120	0.539060		
170	18'-1"	76.01		22.859	Flow (q) from Route 18	5'-9	Pf 8.488
166	18'-1"			31.347	PO(10'-0)	10'-0	Pe -0.000
						15'-9	Pv
CM	4.2600	346.71	7.80	120	0.027693		
166	18'-1"	89.61		31.347	Flow (q) from Route 25	9'-6	Pf 0.263
155	18'-1"			31.610		9'-6	Pe
							Pv
CM	4.2600	536.91	12.09	120	0.062195		
155	18'-1"	100.18 + 90.01		31.610	Flow (q) from Route 3 and 26	9'-5"	Pf 0.588
139	18'-1"			32.199		9'-5"	Pe
							Pv
CM	4.2600	885.12	19.92	120	0.156812		
139	18'-1"	259.64 + 88.56		32.199	Flow (q) from Route 5 and 24	9'-5	Pf 1.479
126	18'-1"			33.678		9'-5	Pe
							Pv
CM	4.2600	1239.35	27.90	120	0.292307		
126	18'-1"	263.68 + 90.56		33.678	Flow (q) from Route 11 and 27	9'-5"	Pf 2.765
112	18'-1"			36.443		9'-5"	Pe
							Pv
CM	4.2600	1331.77	29.98	120	0.333902		
112	18'-1"	92.41		36.443	Flow (q) from Route 6	9'-3	Pf 3.089
98	18'-1"			39.531		9'-3	Pe
							Pv
CM	4.2600	1425.59	32.09	120	0.378721		
98	18'-1"	93.83		39.531	Flow (q) from Route 30	9'-6	Pf 3.598
84	18'-1"			43.129		9'-6	Pe
							Pv
CM	4.2600	1529.24	34.42	120	0.431231		
84	18'-1"	103.65		43.129	Flow (q) from Route 31	9'-6	Pf 4.097
73	18'-1"			47.226		9'-6	Pe
							Pv
CM	4.2600	1649.51	37.13	120	0.496062		
73	18'-1"	120.27		47.226	Flow (q) from Route 32	9'-6	Pf 4.713
66	18'-1"			51.938		9'-6	Pe
							Pv
CM	4.2600	1791.49	40.33	120	0.577932		
66	18'-1"	141.98		51.938	Flow (q) from Route 33	9'-6	Pf 5.493
60	18'-1"			57.432		9'-6	Pe
							Pv
CM	4.2600	1968.14	44.30	120	0.687754		
60	18'-1"	176.65		57.432	Flow (q) from Route 34	26'-1"	Pf 42.631
46	16'-9"			100.666	2E(13'-2), 2EE(5'-3)	36'-10"	Pe 0.603
						62'-0	Pv
CM	6.3570	1968.14	19.89	120	0.097908		
46	16'-9"			100.666		13'-8"	Pf 5.036
45	3'-0"			111.648	T(37'-8")	37'-8"	Pe 5.946
						51'-5	Pv



Hydraulic Analysis

Job Number: 1
Report Description: Almacenamiento

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
CM	10.0200	1005.55	4.09	120	0.003082	43'-7"	Pf 0.236
45	3'-0"			111.648		33'-0"	Pe 0.009
42	3'-0"			111.893	EE(11'-0), E(22'-0)	76'-7"	Pv
CM	10.0200	1255.55	5.11	120	0.004648	65'-7"	Pf 0.510
42	3'-0"	250.00		111.893	Flow (q) from Route 28	44'-0"	Pe -0.000
32	3'-0"			112.403	2E(22'-0)	109'-7"	Pv
● ***** Route 3 *****							
BL	1.3800	69.01	14.80	120	0.338355	1'-3"	Pf 2.462
382	16'-10"	69.01	16.8	16.871	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.553
189	18'-1"			18.780	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
CM	2.0670	97.10	9.28	120	0.088977	10'-2"	Pf 0.905
189	18'-1"	28.09		18.780	Flow (q) from Route 37		Pe 0.001
192	18'-1"			19.685		10'-2"	Pv
CM	2.0670	167.71	16.04	120	0.244569	5'-2"	Pf 3.721
192	18'-1"	70.62		19.685	Flow (q) from Route 8	10'-0"	Pe 0.000
193	18'-1"			23.407	PO(10'-0)	15'-2"	Pv
CM	3.2600	243.25	9.35	120	0.052904	9'-5"	Pf 0.500
193	18'-1"	75.54		23.407	Flow (q) from Route 17		Pe
188	18'-1"			23.907		9'-5"	Pv
CM	2.0670	100.18	9.58	120	0.094282	61'-9"	Pf 7.708
188	18'-1"			23.907	PO(10'-0)	20'-0"	Pe -0.005
155	18'-1"			31.610	PO(10'-0)	81'-9"	Pv
● ***** Route 4 *****							
BL	1.3800	69.17	14.84	120	0.339812	1'-3"	Pf 2.474
377	16'-10"	69.17	16.8	16.950	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.555
179	18'-1"			18.869	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
● ***** Route 5 *****							
BL	1.3800	70.02	15.02	120	0.347579	1'-3"	Pf 2.529
368	16'-10"	70.02	16.8	17.369	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.554
167	18'-1"			19.345	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
CM	2.0670	39.86	3.81	120	0.017139	10'-2"	Pf 0.174
167	18'-1"			19.345			Pe -0.001
159	18'-1"			19.518		10'-2"	Pv
CM	2.0670	110.19	10.54	120	0.112430	10'-2"	Pf 1.143
159	18'-1"	70.32		19.518	Flow (q) from Route 7		Pe -0.001
153	18'-1"			20.661		10'-2"	Pv
CM	2.0670	182.50	17.45	120	0.285953	10'-11"	Pf 2.895
153	18'-1"	72.32		20.661	Flow (q) from Route 13		Pe -0.001
142	18'-1"			23.555		10'-11"	Pv
CM	2.0670	259.64	24.82	120	0.548958	5'-9"	Pf 8.644
142	18'-1"	77.14		23.555	Flow (q) from Route 21	10'-0"	Pe -0.001
139	18'-1"			32.199	PO(10'-0)	15'-9"	Pv
● ***** Route 6 *****							
BL	1.3800	70.20	15.06	120	0.349283	1'-3"	Pf 2.541
372	16'-10"	70.20	16.8	17.461	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.553
173	18'-1"			19.449	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
CM	2.0670	100.35	9.59	120	0.094576	10'-2"	Pf 0.962
173	18'-1"	30.15		19.449	Flow (q) from Route 36		Pe 0.001
178	18'-1"			20.412		10'-2"	Pv
CM	2.0670	172.24	16.47	120	0.256915	5'-2"	Pf 3.909
178	18'-1"	71.89		20.412	Flow (q) from Route 10	10'-0"	Pe 0.000
180	18'-1"			24.321	PO(10'-0)	15'-2"	Pv
CM	3.2600	468.62	18.01	120	0.177949	9'-5"	Pf 1.678
180	18'-1"	219.40 + 76.98		24.321	Flow (q) from Route 19 and 20		Pe
172	18'-1"			25.999		9'-5"	Pv
CM	3.2600	728.79	28.01	120	0.402808	9'-5"	Pf 3.811
172	18'-1"	180.61 + 79.57		25.999	Flow (q) from Route 12 and 23		Pe
160	18'-1"			29.809		9'-5"	Pv
CM	2.0670	92.41	8.84	120	0.081197	61'-9"	Pf 6.638
160	18'-1"			29.809	PO(10'-0)	20'-0"	Pe -0.005
112	18'-1"			36.443	PO(10'-0)	81'-9"	Pv
● ***** Route 7 *****							
BL	1.3800	70.32	15.08	120	0.350412	1'-3"	Pf 2.551
363	16'-10"	70.32	16.8	17.522	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.554
159	18'-1"			19.518	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
● ***** Route 8 *****							



Hydraulic Analysis

Job Number: 1
Report Description: Almacenamiento

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
BL	1.3800	70.62	15.15	120	0.353126	1'-3"	Pf 2.569
384	16'-10"	70.62	16.8	17.669	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.552
192	18'-1"			19.685	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
***** Route 9 *****							
BL	1.3800	71.18	15.27	120	0.358358	1'-3"	Pf 2.609
374	16'-10"	71.18	16.8	17.952	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.555
176	18'-1"			20.006	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
***** Route 10 *****							
BL	1.3800	71.89	15.42	120	0.364946	1'-3"	Pf 2.655
376	16'-10"	71.89	16.8	18.309	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.552
178	18'-1"			20.412	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
***** Route 11 *****							
BL	1.3800	72.08	15.46	120	0.366811	1'-3"	Pf 2.669
360	16'-10"	72.08	16.8	18.410	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.554
156	18'-1"			20.526	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
CM	2.0670	37.92	3.63	120	0.015627	10'-2"	Pf 0.159
156	18'-1"			20.526		10'-2"	Pe -0.001
143	18'-1"			20.684		10'-2"	Pv
CM	2.0670	110.28	10.54	120	0.112602	10'-2"	Pf 1.145
143	18'-1"	72.36		20.684	Flow (q) from Route 14	10'-2"	Pe -0.001
138	18'-1"			21.828		10'-2"	Pv
CM	2.0670	184.58	17.65	120	0.291992	10'-1"	Pf 2.956
138	18'-1"	74.30		21.828	Flow (q) from Route 16	10'-1"	Pe -0.001
129	18'-1"			24.784		10'-1"	Pv
CM	2.0670	263.68	25.21	120	0.564837	5'-9"	Pf 8.894
129	18'-1"	79.10		24.784	Flow (q) from Route 22	10'-0"	Pe -0.001
126	18'-1"			33.678	PO(10'-0)	15'-9"	Pv
***** Route 12 *****							
BL	1.3800	72.31	15.51	120	0.368947	1'-3"	Pf 2.684
364	16'-10"	72.31	16.8	18.526	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.553
161	18'-1"			20.658	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
CM	2.0670	106.47	10.18	120	0.105521	10'-2"	Pf 1.073
161	18'-1"	34.16		20.658	Flow (q) from Route 35	10'-2"	Pe 0.001
168	18'-1"			21.731		10'-2"	Pv
CM	2.0670	180.61	17.27	120	0.280485	5'-2"	Pf 4.267
168	18'-1"	74.13		21.731	Flow (q) from Route 15	10'-0"	Pe 0.000
172	18'-1"			25.999	PO(10'-0)	15'-2"	Pv
***** Route 13 *****							
BL	1.3800	72.32	15.51	120	0.369004	1'-3"	Pf 2.686
359	16'-10"	72.32	16.8	18.529	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.555
153	18'-1"			20.661	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
***** Route 14 *****							
BL	1.3800	72.36	15.52	120	0.369383	1'-3"	Pf 2.689
355	16'-10"	72.36	16.8	18.550	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.554
143	18'-1"			20.684	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
***** Route 15 *****							
BL	1.3800	74.13	15.90	120	0.386352	1'-3"	Pf 2.811
369	16'-10"	74.13	16.8	19.473	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.552
168	18'-1"			21.731	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
***** Route 16 *****							
BL	1.3800	74.30	15.94	120	0.387934	1'-3"	Pf 2.824
351	16'-10"	74.30	16.8	19.559	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.555
138	18'-1"			21.828	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
***** Route 17 *****							
BL	1.3800	75.54	16.20	120	0.399971	1'-3"	Pf 2.909
385	16'-10"	75.54	16.8	20.216	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.552
194	18'-1"			22.573	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
CM	2.0670	75.54	7.22	120	0.055915	4'-11"	Pf 0.834
194	18'-1"			22.573		10'-0"	Pe
193	18'-1"			23.407	PO(10'-0)	14'-11"	Pv
***** Route 18 *****							
BL	1.3800	76.01	16.30	120	0.404596	1'-3"	Pf 2.947
370	16'-10"	76.01	16.8	20.469	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.556
170	18'-1"			22.859	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
***** Route 19 *****							
BL	1.3800	76.33	16.37	120	0.407786	1'-3"	Pf 2.966
383	16'-10"	76.33	16.8	20.643	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.552
187	18'-1"			23.057	PO(6'-0)	7'-3"	Pv



Hydraulic Analysis

Job Number: 1
Report Description: Almacenamiento

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
CM	2.0670	76.33	7.30	120	0.057008	4'-11"	Pf 0.850
187	18'-1"			23.057		10'-0"	Pe
188	18'-1"			23.907	PO(10'-0)	14'-11"	Pv
CM	3.2600	219.40	8.43	120	0.043708	9'-5"	Pf 0.413
188	18'-1"	100.18		23.907	Flow (q) from Route 3		Pe
180	18'-1"			24.321		9'-5"	Pv
***** Route 20 *****							
BL	1.3800	76.98	16.51	120	0.414234	1'-3"	Pf 3.013
379	16'-10"	76.98	16.8	20.996	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.552
182	18'-1"			23.457	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
CM	2.0670	76.98	7.36	120	0.057909	4'-11"	Pf 0.864
182	18'-1"			23.457		10'-0"	Pe
180	18'-1"			24.321	PO(10'-0)	14'-11"	Pv
***** Route 21 *****							
BL	1.3800	77.14	16.55	120	0.415815	1'-3"	Pf 3.028
354	16'-10"	77.14	16.8	21.083	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.556
142	18'-1"			23.555	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
***** Route 22 *****							
BL	1.3800	79.10	16.97	120	0.435569	1'-3"	Pf 3.172
346	16'-10"	79.10	16.8	22.168	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.556
129	18'-1"			24.784	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
***** Route 23 *****							
BL	1.3800	79.57	17.07	120	0.440335	1'-3"	Pf 3.203
373	16'-10"	79.57	16.8	22.430	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.552
174	18'-1"			25.081	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
CM	2.0670	79.57	7.61	120	0.061558	4'-11"	Pf 0.918
174	18'-1"			25.081		10'-0"	Pe
172	18'-1"			25.999	PO(10'-0)	14'-11"	Pv
***** Route 24 *****							
BL	1.3800	88.56	19.00	120	0.536837	1'-3"	Pf 3.904
349	16'-10"	88.56	16.8	27.789	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.552
134	18'-1"			31.141	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
CM	2.0670	88.56	8.47	120	0.075049	4'-2"	Pf 1.062
134	18'-1"			31.141		10'-0"	Pe -0.004
139	18'-1"			32.199	PO(10'-0)	14'-2"	Pv
***** Route 25 *****							
BL	1.3800	89.61	19.22	120	0.548697	1'-3"	Pf 2.345
366	16'-10"	89.61	16.8	28.453	Sprinkler,	3'-0"	Pe -0.552
163	18'-1"			30.246	E(3'-0)	4'-3"	Pv
CM	2.0670	89.61	8.57	120	0.076707	4'-5"	Pf 1.106
163	18'-1"			30.246		10'-0"	Pe -0.005
166	18'-1"			31.347	PO(10'-0)	14'-5"	Pv
***** Route 26 *****							
BL	1.3800	90.01	19.31	120	0.553249	1'-3"	Pf 2.364
357	16'-10"	90.01	16.8	28.708	Sprinkler,	3'-0"	Pe -0.552
148	18'-1"			30.520	E(3'-0)	4'-3"	Pv
CM	2.0670	90.01	8.61	120	0.077343	4'-2"	Pf 1.094
148	18'-1"			30.520		10'-0"	Pe -0.004
155	18'-1"			31.610	PO(10'-0)	14'-2"	Pv
***** Route 27 *****							
BL	1.3800	90.56	19.43	120	0.559480	1'-3"	Pf 4.069
342	16'-10"	90.56	16.8	29.058	Sprinkler,	6'-0"	Pe -0.552
122	18'-1"			32.575	PO(6'-0)	7'-3"	Pv
CM	2.0670	90.56	8.66	120	0.078215	4'-2"	Pf 1.107
122	18'-1"			32.575		10'-0"	Pe -0.004
126	18'-1"			33.678	PO(10'-0)	14'-2"	Pv
***** Route 28 *****							
CM	2.6350	250.00	14.71	120	0.156906	4'-1"	Pf 11.194
38	4'-9"	250.00		99.490	Hose(42'-6")	67'-3"	Pe -0.000
41	4'-9"			110.685	E(8'-3), PO(16'-6")	71'-4"	Pv
FR	4.2600	250.00	5.63	120	0.015122	1'-9"	Pf 0.426
41	4'-9"			110.685		26'-4"	Pe 0.783
42	3'-0"			111.893	T(26'-4)	28'-1"	Pv
***** Route 29 *****							
CM	10.0200	962.59	3.92	120	0.002843	1199'-9"	Pf 5.774
45	3'-0"	1005.55		111.648	Flow (q) from Route 2	831'-0"	Pe 0.043
137	2'-11"			117.465	35E(22'-0), T(50'-0), EE(11'-0)	2030'-9"	Pv
***** Route 30 *****							



Hydraulic Analysis

Job Number: 1
Report Description: Almacenamiento

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Eq. Length	Summary
Upstream					Fittings	Total Length	
CM	3.2600	636.38	24.46	120	0.313442	9'-3"	Pf 2.899
160	18'-1"	92.41		29.809	Flow (q) from Route 6	9'-3"	Pe
144	18'-1"			32.709			Pv
CM	2.0670	93.83	8.97	120	0.083512	61'-9"	Pf 6.827
144	18'-1"			32.709	PO(10'-0)	20'-0"	Pe -0.005
98	18'-1"			39.531	PO(10'-0)	81'-9"	Pv
***** Route 31 *****							
CM	3.2600	542.56	20.85	120	0.233345	9'-6"	Pf 2.217
144	18'-1"	93.83		32.709	Flow (q) from Route 30	9'-6"	Pe
131	18'-1"			34.925			Pv
CM	2.0670	103.65	9.91	120	0.100405	61'-9"	Pf 8.208
131	18'-1"			34.925	PO(10'-0)	20'-0"	Pe -0.005
84	18'-1"			43.129	PO(10'-0)	81'-9"	Pv
***** Route 32 *****							
CM	3.2600	438.50	16.87	120	0.157638	9'-6"	Pf 1.498
131	18'-1"	103.65		34.925	Flow (q) from Route 31	9'-6"	Pe
117	18'-1"			36.423			Pv
CM	2.0670	120.27	11.50	120	0.132198	61'-9"	Pf 10.808
117	18'-1"			36.423	PO(10'-0)	20'-0"	Pe -0.005
73	18'-1"			47.226	PO(10'-0)	81'-9"	Pv
***** Route 33 *****							
CM	3.2600	318.63	12.25	120	0.087170	9'-6"	Pf 0.828
117	18'-1"	120.27		36.423	Flow (q) from Route 32	9'-6"	Pe
103	18'-1"			37.251			Pv
CM	2.0670	141.98	13.58	120	0.179713	61'-9"	Pf 14.692
103	18'-1"			37.251	PO(10'-0)	20'-0"	Pe -0.005
66	18'-1"			51.938	PO(10'-0)	81'-9"	Pv
***** Route 34 *****							
CM	3.2600	176.65	6.79	120	0.029271	9'-6"	Pf 0.868
103	18'-1"	141.98		37.251	Flow (q) from Route 33	20'-2"	Pe
91	18'-1"			38.119	PO(20'-2)	29'-8"	Pv
CM	2.0670	176.65	16.89	120	0.269218	61'-9"	Pf 19.317
91	18'-1"			38.119		10'-0"	Pe -0.005
60	18'-1"			57.432	PO(10'-0)	71'-9"	Pv
***** Route 35 *****							
CM	2.0670	34.16	3.27	120	0.012883	10'-2"	Pf 0.131
156	18'-1"	37.92		20.526	Flow (q) from Route 11	10'-2"	Pe 0.001
161	18'-1"			20.658			Pv
***** Route 36 *****							
CM	2.0670	30.15	2.88	120	0.010226	10'-2"	Pf 0.104
167	18'-1"	39.86		19.345	Flow (q) from Route 5	10'-2"	Pe 0.001
173	18'-1"			19.449			Pv
***** Route 37 *****							
CM	2.0670	28.09	2.69	120	0.008971	10'-2"	Pf 0.091
184	18'-1"	40.75		18.688	Flow (q) from Route 2	10'-2"	Pe 0.001
189	18'-1"			18.780			Pv

Equivalent Pipe Lengths of Valves and Fittings (C=120 only)		C Value Multiplier				
$\left(\frac{\text{Actual Inside Diameter}}{\text{Schedule 40 Steel Pipe Inside Diameter}} \right)^{4.87} = \text{Factor}$		Value Of C	100	130	140	150
		Multiplying Factor	0.713	1.16	1.33	1.51

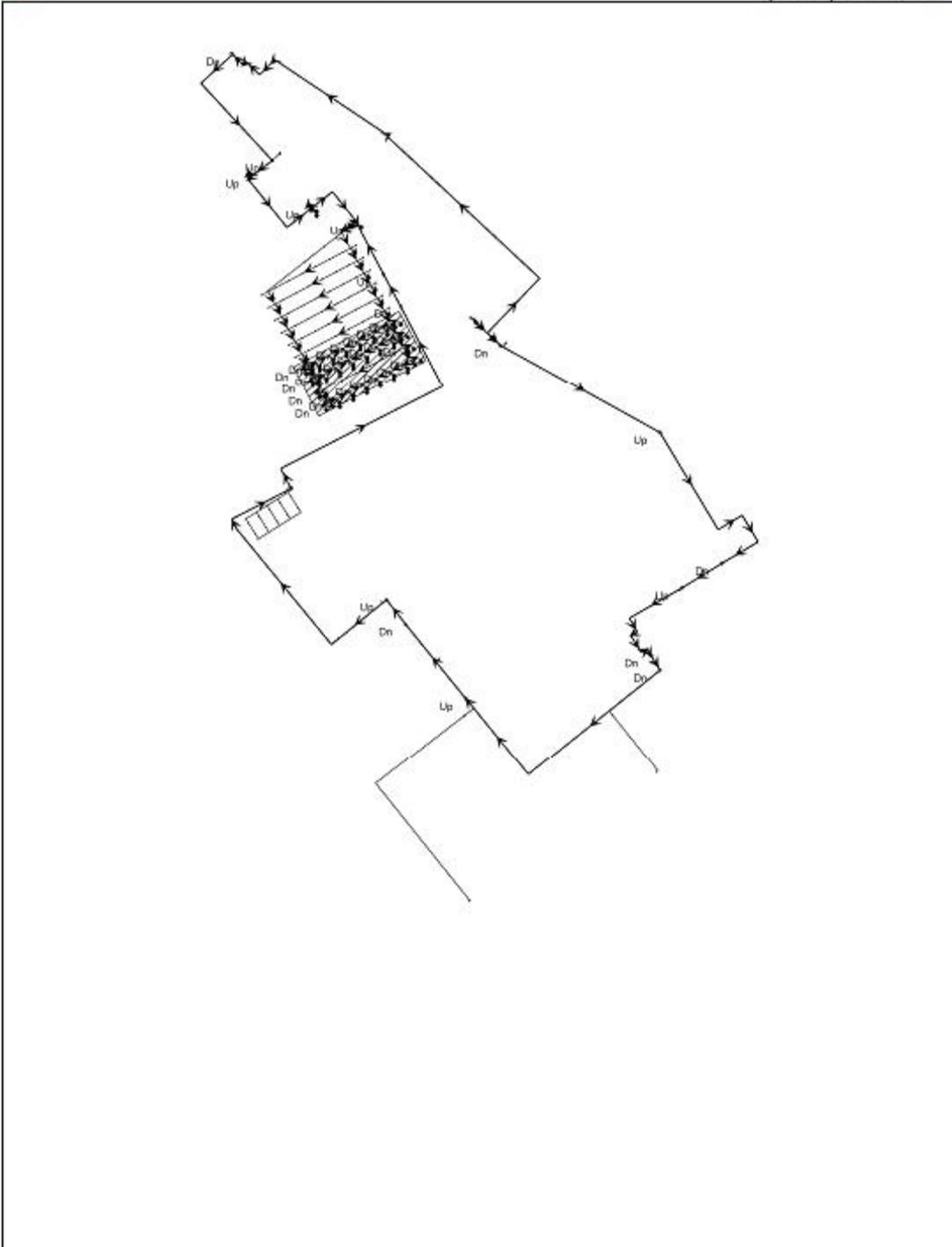


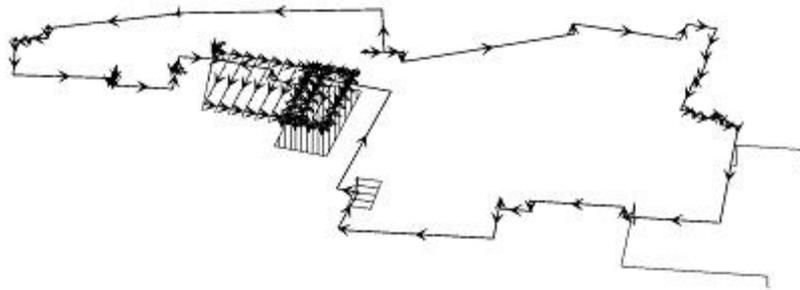
Hydraulic Analysis

Job Number: 1

Report Description: Almacenamiento

Pipe Type	Diameter	Flow	Velocity	HWC	Friction Loss	Length	Pressure	
Downstream	Elevation	Discharge	K-Factor	Pt	Pn	Fittings	Summary	
Upstream						Eq. Length		
						Total Length		
Pipe Type Legend		Units Legend				Fittings Legend		
AO	Arm-Over	Diameter	Inch			ALV	Alarm Valve	
BL	Branch Line	Elevation	Foot			AngV	Angle Valve	
CM	Cross Main	Flow	gpm			b	Bushing	
DN	Drain	Discharge	gpm			BalV	Ball Valve	
DR	Drop	Velocity	fps			BFP	Backflow Preventer	
DY	Dynamic	Pressure	psi			BV	Butterfly Valve	
FM	Feed Main	Length	Foot			C	Cross Flow Turn 90°	
FR	Feed Riser	Friction Loss	psi/Foot			cpfg	Coupling	
MS	Miscellaneous	HWC	Hazen-Williams Constant			Cr	Cross Run	
OR	Outrigger	Pt	Total pressure at a point in a pipe			CV	Check Valve	
RN	Riser Nipple	Pn	Normal pressure at a point in a pipe			DelV	Deluge Valve	
SP	Sprig	Pf	Pressure loss due to friction between points			DPV	Dry Pipe Valve	
ST	Stand Pipe	Pe	Pressure due to elevation difference between indicated points			E	90° Elbow	
UG	Underground	Pv	Velocity pressure at a point in a pipe			EE	45° Elbow	
						Ee1	1 1/2" Elbow	
						Ee2	2 1/2" Elbow	
						f	Flow Device	
						fd	Flex Drop	
						FDC	Fire Department Connection	
						fE	90° FireLock(TM) Elbow	
						fEE	45° FireLock(TM) Elbow	
						fg	Flange	
						FN	Floating Node	
						fT	FireLock(TM) Tee	
						g	Gauge	
						GloV	Globe Valve	
						GV	Gate Valve	
						Ho	Hose	
						Hose	Hose	
						HV	Hose Valve	
						Hyd	Hydrant	
						LtE	Long Turn Elbow	
						mecT	Mechanical Tee	
						Noz	Nozzle	
						P1	Pump In	
						P2	Pump Out	
						PIV	Post Indicating Valve	
						PO	Pipe Outlet	
						PRV	Pressure Reducing Valve	
						PrV	Pressure Relief Valve	
						red	Reducer/Adapter	
						S	Supply	
						sCV	Swing Check Valve	
						Spr	Sprinkler	
						St	Strainer	
						T	Tee Flow Turn 90°	
						Tr	Tee Run	
						U	Union	
						WtrF	Wirsbo	
						WMV	Water Meter Valve	
						Z	Cap	





ANEXO C. Presupuesto

Anexo C.1. Carta de oferta del presupuesto



50m Este de Rex Cargo
La Asunción, Belén
Heredia, Costa Rica

Tel. +(506) 2293-1248
Tel. +(506) 2293-1285
info@salvavidascr.com
www.salvavidascr.com

06 de noviembre del 2021

Planta de Almacenamiento de Líquidos Inflamables

Compañía: Reservado

Email: Reservado

Ref.: Sistema de Protección Contra Incendios para La Planta de Almacenamiento de Líquidos Inflamables a ser construida en Guatemala.

Q/Ref.: QS-21-6000

Estimado Ing.;

SALVAVIDAS se complace en presentar esta oferta por el diseño completo, suministro, fabricación, materiales, transporte e instalación del sistema húmedo de rociadores automáticos y gabinetes de manguera clase III la **Planta de Almacenamiento de Líquidos Inflamables**. Estos sistemas serán abastecidos por un anillo de alimentación principal en 10" de diámetro y por un nuevo equipo de bombeo diésel de 2 500 GPM y abastecidos de un nuevo tanque dedicado para el sistema de incendios de 150 000 galones.

I. PRECIO

Nuestro precio para la realización de los trabajos antes mencionados es por la cantidad de:

GRAN TOTAL - \$ 694,588.00 + 12% I.V.A.

(Seiscientos noventa y cuatro mil quinientos ochenta y ocho con 00/100 Dólares Americanos más 12% IVA)

Se incluyen impuestos de nacionalización de los equipos y materiales, de igual forma los gastos por nacionalización, bodegaje y transportes locales.



Page 1 of 13

II. DESGLOSE DE PRECIOS

Item	Description	Qty	Unit	U/P	Total
I	Sist. Contra Incendios - Anillo de Alimentación Principal	1	Global	\$ 111,278.00	\$ 111,278.00
1.00	10" Tubería principal HN, soportes & accesorios	382	ml		
2.00	6" Tubería principal HN, soportes & accesorios	4	ml		
3.00	10" Válvula tipo OS&Y	2	Pza		
4.00	2-1/2" Válvulas de ángulo para los hidrantes	8	Pza		
5.00	6" Válvula mariposa para hidrantes	4	Pza		
6.00	6" Toma siamesa de pedestal con válvula check & accesorios	1	Kit		
7.00	Mano de Obra	1	Global		
II	Sistema Contra Incendios - Bodega #1	1	Global	\$ 7,854.00	\$ 7,854.00
1.00	4" Tubería principal HN, soportes & accesorios	3	ml		
2.00	Gabinete Clase III con extintor ABC, 10 Lbs	1	Kit		
3.00	Extintor tipo ABC, de 125 Lbs, en carretilla	2	Pza		
4.00	Mano de Obra	1	Global		
III	Sistema Contra Incendios - Bodega #2	1	Global	\$ 43,509.00	\$ 43,509.00
1.00	4" Tubería principal HN, soportes & accesorios	99	ml		
2.00	Gabinete Clase III con extintor ABC, 10 Lbs	2	Kit		
3.00	Extintor tipo ABC, de 125 Lbs, en carretilla	8	Pza		
4.00	Mano de Obra	1	Global		
IV	Sistema Contra Incendios - Bodega #3	1	Global	\$ 7,854.00	\$ 7,854.00
1.00	4" Tubería principal HN, soportes & accesorios	3	ml		
2.00	Gabinete Clase III con extintor ABC, 10 Lbs	1	Kit		
3.00	Extintor tipo ABC, de 125 Lbs, en carretilla	2	Pza		
4.00	Mano de Obra	1	Global		
V	Sistema Contra Incendios - Bodega #4	1	Global	\$ 11,061.00	\$ 11,061.00
1.00	4" Tubería principal HN, soportes & accesorios	3	ml		
2.00	Gabinete Clase III con extintor ABC, 10 Lbs	1	Kit		
3.00	Extintor tipo ABC, de 125 Lbs, en carretilla	3	Pza		
4.00	Mano de Obra	1	Global		
VI	Sistema Contra Incendios - Bodega #5	1	Global	\$ 117,965.00	\$ 117,965.00
1.00	Tubería HN, rociadores, soportes & accesorios	85	Spk		
2.00	6" Riser Check Valve / Trim / BFV / Sensor VSR-F	1	Kit		
3.00	Equipo de espuma AR-AFFF, 3%, tanque 600 gal & accesorios	1	Global		
4.00	Extintor tipo ABC, de 125 Lbs, en carretilla	2	Pza		
5.00	Mano de Obra	1	Global		
VII	Sistema Contra Incendios - Bodega #6	1	Global	\$ 16,182.00	\$ 16,182.00
1.00	4" Tubería principal HN, soportes & accesorios	3	ml		
2.00	Gabinete Clase III con extintor ABC, 10 Lbs	3	Kit		
3.00	Extintor tipo ABC, de 125 Lbs, en carretilla	4	Pza		
4.00	Mano de Obra	1	Global		
VIII	Red Exterior Subterránea	1	Global	\$ 65,947.00	\$ 65,947.00
1.00	10" Tubería C-900 & accesorios en hierro dúctil	145	ml		

Continúa en la siguiente página



Item	Description	Qty	Unit	U/P	Total
2.00	4" Tubería C-900 & accesorios en hierro dúctil	4	ml		
3.00	10" Lead In & accesorios en hierro dúctil	12	Kit		
4.00	4" Lead In & accesorios en hierro dúctil	2	Kit		
5.00	Mano de Obra	1	Global		
IX	Tanque de Almacenamiento de Agua	1	Global	\$ 181,778.00	\$ 181,778.00
1.00	Tanque de 150 000 galones & accesorios	1	Global		
2.00	Mano de Obra	1	Global		
X	Equipo de Bombeo Contra Incendios	1	Global	\$ 127,122.00	\$ 127,122.00
1.00	Bomba tipo carcasa partida de 2500 GPM @ 140 PSI, Diésel	1	Global		
2.00	Diésel para pruebas y llenado inicial	1	Global		
3.00	Tubería HN, soportes & accesorios del cuarto de máquinas	1	Global		
4.00	Válvulas del cuarto de máquinas	1	Global		
5.00	Mufla - (4 m)	1	Global		
6.00	6" Toma directa de bomberos con válvula OS&Y	1	Global		
7.00	Mano de Obra	1	Global		
XI	Camp Site	1	Global	\$ 4,038.00	\$ 4,038.00
TOTAL DE MANO DE OBRA					\$ 100,506.00
TOTAL DE MATERIALES ANTES DE IMPUESTO					\$ 594,082.00
SUBTOTAL					\$ 694,588.00
12% IVA					\$ 83,350.56
GRAN TOTAL					\$ 777,938.56

III. ALCANCES DE LA OFERTA

- ✓ Diseño del sistema contra incendios.
- ✓ Suministro e instalación de tuberías en hierro negro, accesorios, rociadores automáticos, soportes y soportes antisísmicos.
- ✓ Suministro e instalación de tuberías en hierro negro, accesorios, gabinetes de mangueras, soportes y soportes antisísmicos.
- ✓ Suministro e instalación de válvulas de control y válvulas de prueba y drenaje de los sistemas de rociadores automáticos.
- ✓ Suministro e instalación de extintores portátiles tipo ABC de 125 lbs, en carretilla.
- ✓ Suministro e instalación de tubería enterrada C-900 con accesorios en hierro dúctil.
- ✓ Suministro e instalación de toma siamesa de pared, con válvula check.
- ✓ Suministro e instalación de hidrantes húmedos con válvulas de ángulo y mariposa.
- ✓ Suministro de Equipo de bombeo principal, marca Fairbanks Nijhuis de 2 500 GPM @ 140 PSI, de tipo Carcasa Partida, Modelo 8"-1824BF, Altitud 1200 msnm.
 - o Equipos:
 - Motor Diésel marca Clarke, modelo JW6H-UFAD70, 399 HP, 2100 RPM y 12V.
 - Panel de Control Principal modelo FD120, 60Hz, 12V, marca Eaton.
 - Bomba Jockey Stackable cast iron modelo PVM5-13 de 25 GPM @150 PSI, SHP, 230/460V con manómetro de descarga.

 Costa Rica

 Honduras

 Panamá

 Nicaragua

 El Salvador

Page 3 of 13



- Panel de Control para la Bomba Jockey marca Eaton, modelo XTJP-G07-L1-T, con encendido Across-The-Line, 220-240 V, 3 Phase, 60 Hz y gabinete NEMA 2.
- o Accesorios:
 - Válvula de alivio para el sistema principal 6".
 - Cono de gasto 6"x10".
 - Reducción concéntrica 8"x10".
 - Medidor de flujo de 8" para 2 500 GPM.
 - Mufra tipo residencial.
 - Válvulas del cabezal de pruebas, 8 válvulas de 2-1/2".
 - Tanque de combustible de 515 galones utilizables, pared sencilla per NFPA20 & UL142 con accesorios.
 - Válvula de alivio de 3/4 " para la Bomba Jockey.
- ✓ Se consideran los materiales puestos en sitio.
- ✓ Se incluye la puesta en marcha y prueba del sistema.
- ✓ Se incluye la capacitación del personal y entrega de los respectivos manuales de operación y mantenimiento.
- ✓ Marcas de los Equipos considerados:
 - o Marca de tuberías HN: Weifang East, Huludao City Steel Pipe o similar.
 - o Marca de tuberías C-900: Sanderson Pipe, North American Pipe, Durman o similar.
 - o Marca de accesorios: Tyco, Zurn, Anvil, Smith Cooper, Jinan, Sigma, Star o similar.
 - o Marca de rociadores: Tyco, Reliable o similar.
 - o Marca de soportes: Caddy, Tolco, Anvil, Argco o similar.
 - o Marca de válvulas: Tyco, Reliable, Zurn, Nibco, Muller o similar.
 - o Marca de sensores de flujo: System Sensor, Potter Electric o similar.
 - o Marca de gabinetes: Guardian, Potter Roemer o similar.
 - o Marca de extintores: Badger, Amerex, Guardian o similar.
 - o Marca del Equipo de Bombeo: Fairbanks Nijhuis, SPP o similar.
 - o Marca del equipo de espuma: Ansul.
 - o Marca del tanque de agua: CST.

IV. DISEÑO, PLANOS, APROBACIONES

A. SALVAVIDAS tomará como base de la oferta los planos actuales de diseño, los planos son los siguientes:

- ✓ Lámina FP-01 / Octubre 2021.
- ✓ Lámina FP-02 / Octubre 2021.
- ✓ Lámina FP-03 / Octubre 2021.
- ✓ Lámina FP-04 / Octubre 2021.
- ✓ Lámina FP-05 / Octubre 2021.
- ✓ Lámina FP-06 / Octubre 2021.
- ✓ Memoria Descriptiva.





- B. El diseño actual **no** presenta rociadores por debajo de obstrucciones, por lo que **no** se considera dentro del costo de esta oferta.

V. EQUIPOS Y MATERIALES

- A. Todos los materiales considerados para los sistemas contra incendios son listados UL y aprobados FM y cumplen con los estándares de fabricación de productos para sistemas contra incendios de acuerdo a las normas NFPA.
- B. Todos los materiales de importación para la tubería aérea del sistema de rociadores automáticos y/o gabinetes de manguera serán aprobados UL/FM para incendio y su instalación será de acuerdo con la NFPA. Se utilizará tubería cédula 10 aprobada para incendio o el equivalente para diámetros mayores a 64mm (2-1/2") para utilizarse con accesorios ranurados. Toda la tubería roscada será cédula 40 aprobada para incendio para diámetros menores a 50mm (2") con accesorios roscados. Toda la tubería será pintada con una base de anticorrosivo y un acabado final de color Rojo Internacional.
- C. Todos los equipos y materiales como la bomba, el motor de combustión interna, los controladores de la bomba y todos sus accesorios, y el tanque de reserva de agua con sus accesorios serán aprobados UL/FM.
- D. Todos los materiales para la tubería enterrada serán aprobados UL/FM para su instalación de acuerdo con la NFPA 24. Se utilizará tubería PVC AWWA C900 Clase 200 con accesorios de junta mecánica en hierro dúctil.
- E. Se suministrarán e instalarán gabinetes de manguera clase III, color blanco, superficiales, con puerta en acrílico, modelo 1550-A, incluye el rack de mangueras modelo 3010-16 con su respectiva válvula de ángulo en 1-1/2" con regulador de presión y una válvula de ángulo de 2-1/2" modelo 5015 con tapa y cadena, marca Guardian. Además, incluye un extintor tipo ABC, de 10 lbs, marca Amerex o similar.
- F. Se suministrarán e instalarán extintores tipo ABC, de 125 lbs, de carretilla, modelo 4715, marca Guardian.

VI. CONSIDERACIONES DE DISEÑO PARA LA SOPORTERIA ANTIOSCILACIÓN

- A. Toda la tubería de alimentación principal contará con acoples flexibles ranurados a una distancia a no más de 6" sobre el nivel de piso y en la parte superior de la tubería.
- B. Todos los soportes antisísmicos se distribuirán según la norma NFPA 13.
- C. La tubería que pase por paredes, pisos o fundaciones tendrá un claro apropiado alrededor de la misma. No se incluye el firestop para sellos de tuberías en paredes cortafuego. Se hace



la observación de que, las perforaciones deben ser de 2" más del diámetro para tubos menores a 4" y de 4" más para tubos de 4" en adelante.

VII. TUBERÍA SUBTERRANEA PRINCIPAL PARA HIDRANTES Y SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

- A. SALVAVIDAS instalará la tubería principal de la red enterrada de la clase 200 PVC AWWA C-900 en 10" (250mm) en cada uno de los puntos de entrada de las bodegas de la planta, de acuerdo con la norma NFPA 24.

VIII. EQUIPO DE BOMBEO CONTRA INCENDIOS

- A. SALVAVIDAS entregará e instalará un equipo de bombeo de la marca Fairbanks Nijhuis de 2,500 GPM @ 140 PSI aprobado UL/FM del tipo **Carcaza Partida**, de arranque automático manejado por medio de un motor de **combustión interna de diésel**. El panel de control será de la marca **Cuttler Hammer** y contará con un dispositivo automático de arranque semanal. El motor de combustión interna contará con un arreglo de tuberías para el intercambiador de calor que mantendrá la temperatura de trabajo del motor en 100°C y el calentador de camisas en 50°C.
- B. SALVAVIDAS entregará e instalará una bomba de respaldo (Jockey Pump) que brindará 25 GPM @ 140 PSI con su respectivo tablero de control de la marca **Cuttler Hammer** que se encargará de mantener la presión del sistema entre 150 psi y 160 psi a 230/460Volt/5HP/60Hz. Se requerirán, por parte del cliente, las previstas eléctricas en el cuarto de bombas: 2 previstas eléctricas en Volt/60Hz para los paneles de control, 1 prevista en Volt/60Hz para la bomba jockey y una en Volt/60Hz para el calentador de camisas y/o se requiere la información eléctrica para pedir los equipos con las especificaciones eléctricas disponibles.
- C. La instalación del equipo de bombeo se realizará de acuerdo con la norma NFPA 20 e incluirá una válvula de alivio de aire automática, válvula de alivio principal, anillo de enfriamiento de agua para el equipo de bombeo, silenciador del tipo residencial, **medidor de flujo** para 2,500 gpm, al igual que un **cabezal de pruebas** que podrá ser utilizado por el departamento de bomberos en caso de un incendio y para realizar pruebas al equipo de bombeo y la calibración del medidor de flujo.
- D. SALVAVIDAS entregará e instalará un tanque de reserva de diésel de 515 galones utilizables de **pared sencilla** que será instalado en el cuarto de bombas y suplirá al motor diésel. Este tanque contará con válvula de suministro que se podrá fijar en posición de abierta, válvula de drenaje, línea protegida de suministro y retorno de diésel, línea de llenado y venteo extendida por fuera del cuarto de bombas e indicador de nivel del tanque. Se considera proveer el combustible para pruebas del equipo de bombeo. Se deberá proveer un compartimiento cerrado y sellado de concreto por debajo del tanque para contener



cualquier derrame de combustible y este deberá ser parte de la obra civil de la caseta de bombeo (No incluido en esta oferta al igual que la construcción del cuarto de bombas).

- E. Se deberá proveer un cuarto de bombas de 5 metros por 5 metros sobre el nivel de piso terminado (No incluido en esta oferta), de materiales no combustibles, con una puerta con seguro de un mínimo de 1.2 metros de ancho para fácil servicio y mantenimiento de los equipos. Este cuarto de bombas deberá contar con entradas de aire para la adecuada combustión del motor de la bomba y enfriamiento del cuarto. Adicionalmente se deberá instalar luces de emergencia y línea de teléfono y los pisos deben estar inclinados para que haya un drenaje adecuado del agua y así esta se escape del equipo crítico como la bomba, el impulsor, el controlador, etc. (No incluidas en esta oferta).
- F. SALVAVIDAS Probará completamente el equipo de bombeo contra incendios, el motor y paneles de control de acuerdo con las recomendaciones de la norma NFPA 20.
- G. La mufa se considera en 4" de diámetro y con una longitud máxima de 4 metros, en caso que el recorrido sea mayor, debe realizar el cálculo de la mufa con las nuevas condiciones. Esto podría generar costos adicionales a esta oferta los cuales, no están considerados.

IX. RESERVOIRIO DE AGUA PARA EL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

- A. SALVAVIDAS entregará e instalará un tanque de acero atornillado de una capacidad de 150,000 galones, tendrán un recubrimiento especial de fábrica, diseñado para una zona sísmica 4 y una carga de viento de 177Kph (110 MPH). Salvavidas de Centroamérica S.A. entregará un diseño completo de las cargas para el diseño de la base de los tanques.
- B. Diseño:
 - ✓ De acuerdo a AWWA D103-97 / NFPA 22
 - ✓ Diseño Sísmico: AWWA D103-97 / NFPA 22
 - ✓ Zona Sísmica: 4
 - ✓ Diseño del Techo: CST Standard Design
 - ✓ Carga Roof Live (psf): 25
 - ✓ Diseño Presión Interna del Tanque: 2 Oz./Sq.In
 - ✓ Diseño Presión Interna de Vacío: 0.5 Oz./Sq.In
- C. Recubrimientos:
 - ✓ Electro-Estática aplicada sobre un mínimo SSPC-SP 10 blastado cercanas al metal blanco y curado térmicamente
 - ✓ El interior y ambos lados de la parte inferior pintados Trico Bond EP (Epóxico termo-fijado) (7 milímetros promedio, DFT)
 - ✓ Exterior Primer: Trico Bond EP (3 milímetros promedio, DFT)
 - ✓ Acabado Final Exterior: Recubrimiento: Rendimiento Uretano (1,5 milímetros promedio, DFT)
 - ✓ Color Exterior: Estándar (beige)



- D. Hardware:
- ✓ Tuercas, tornillos y arandelas galvanizadas
 - ✓ Tapones Tec para todas las tuercas del piso
 - ✓ Pernos de cabeza encapsulada de plástico para uniones verticales interiores e interior de techo
 - ✓ Empaques blancos EPDM
- E. El tanque será aprobado por **NFPA** para uso exclusivo en sistemas de protección contra incendios, e incluye los siguientes accesorios:
- ✓ Varillas de anclaje y estructura de anclaje en tanque.
 - ✓ Base de láminas de acero.
 - ✓ Techo del tanque con una inclinación del 8%.
 - ✓ Dos tapas de servicio de 60cm (24").
 - ✓ Un domo central de venteo con malla de 50cm (20").
 - ✓ Una tapa de servicio cuadrada en el techo de 60cm (24").
 - ✓ Una escalera exterior galvanizada con cobertor de seguridad, plataforma en la parte superior y dispositivo de cierre para evitar su uso a particulares.
 - ✓ Tubería de Drenaje en caso de sobre flujo del tanque en la parte superior del mismo en 150mm (6")
 - ✓ Una prevista para llenado de 50mm (2")
 - ✓ Una prevista para toma de bomberos en 150mm (6").
 - ✓ Se instala una prevista para retorno de la tubería de la línea del medidor de flujo en 250mm (10").
 - ✓ Una toma de 250mm (10") para la succión del tanque del equipo de bombeo. Se instalará una placa anti-vortex en la succión del tanque.
 - ✓ Se instalará un dispositivo para medir el nivel de agua del tanque.
- F. La prevista de llenado del tanque será en **100mm (4")**, en la parte superior del tanque. Salvavidas de Centroamérica S.A. no puede garantizar que el tiempo de llenado del tanque será de 8 horas, debido a la falta de información de la toma de agua existente y su capacidad. Ésta prevista NO incluye prevista automática de llenado (ej: válvula de boya, electroválvula, etc.).
- G. Se incluye la mano de obra, todos los materiales, herramienta, maquinaria, equipos y demás necesarios para la instalación de los tanques.
- H. Se requiere de una estructura de concreto confiable como base para la colocación de cada tanque (No incluida en esta oferta), se dará la distribución y dimensiones de la misma y de los anclajes necesarios para fijar el tanque a la estructura, así como la instalación de esta base. El diseño de esta base NO está incluido en la oferta. El perímetro debe mantenerse limpio para el manejo de equipos e instalación.



X. TIEMPO ESTIMADO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA:

- ✓ Se estima que el tiempo de fabricación e importación de los materiales es de 10 a 12 semanas.
- ✓ Se estima que el tiempo de la implementación del sistema de rociadores automáticos y/o gabinetes después de contar con los materiales en proyecto es de 14 a 16 semanas.
- ✓ Se estima que el tiempo de la implementación de la red principal de tubería enterrada después de contar con los materiales en sitio es de 2 a 3 semanas.
- ✓ Se estima que el tiempo de fabricación del equipo de bombeo es de 18 a 20 semanas y de 2 a 3 semanas su instalación.
- ✓ Se estima que el tiempo de fabricación del tanque de almacenamiento de agua es de 18 a 20 semanas y de 3 a 4 semanas su instalación.
- ✓ **Nota 1: el horario considerado es de lunes a viernes de 7am a 5pm.**
- ✓ **Nota 2: El tiempo de entrega tanto de fabricación e importación de los materiales y la instalación de los sistemas solamente aplica para semanas naturales (entiéndase que no se incluyen días feriados y se respetan tanto los de Guatemala como los de nuestros proveedores en Estados Unidos).**
- ✓ **Nota 3: Los tiempos de entrega en suministro de materiales ofrecidos son definidos por los fabricantes y/o proveedores y podrán ser modificados por ellos sin previo aviso, sin que esto implique alguna responsabilidad para Salvavidas.**
- ✓ **Nota 4: El tiempo incluido en esta oferta del personal de Salud & Seguridad Ocupacional es de medio tiempo.**
- ✓ **Nota 5: Debido a la Emergencia Sanitaria del COVID-19, nuestros tiempos en la fabricación, despacho o importación de los materiales pueden variar debido a cambios en la Fábrica en Estados Unidos, transportistas locales en Estados Unidos, transportistas internacionales (importación marítima y/o aérea).**

Los tiempos antes indicados dependerán mucho de la flexibilidad y coordinación para trabajar en las diferentes áreas.

XI. FORMA DE PAGO:

Todos los precios están expresados en U.S. Dólares, y los pagos deberán realizarse con base al siguiente detalle:

- 15% Adelanto para la fabricación y compra de materiales.
- 15% Una vez que se encuentre listo el Equipo de Bombeo / Tanque de Agua para su despacho desde Fábrica.
- 25% Contra Materiales en proyecto, total o entregas parciales.
- 40% Contra el avance de obra en pagos parciales.
- 5% Restante una vez aprobado y entregado el sistema a plena satisfacción del "cliente". Teniendo un plazo de 7 días naturales para emitir la aprobación, debiendo reembolsar las retenciones practicadas durante la obra dentro de los 30 días naturales. Esto incluye cualquier certificado de garantías adicionales.





Para la compra de equipo de bombeo y tanque de reserva de agua, se requiere un pago por adelantado de los equipos una vez estén fabricados y listos para su exportación, siendo prueba suficiente un comunicado del fabricante. Otorgando 7 días naturales para recibir el pago correspondiente. También se pueden aplicar una carta de crédito de un banco, Según condiciones de fabricante.

En las órdenes de compra y/o contratos debe aparecer el monto en dólares americanos según esta oferta indica. Las facturas serán hechas en dólares americanos y los pagos podrán ser girados en la moneda local siempre y cuando se utilice el tipo de cambio vigente al día en que se giró el cheque para el pago.

XII. VIGENCIA DE LA OFERTA:

- ✓ Nuestra oferta es válida por **15 días naturales**. Después de este tiempo se deben revisar nuestros precios debido a las fluctuaciones diarias en el precio del acero y los fletes marítimos.

XIII. ALCANCES NO CONSIDERADOS EN LA OFERTA:

Nuestra oferta no incluye lo siguiente:

- ✓ Del Sistema de Rociadores Automáticos y/o Gabinetes no se incluye:
 - No se incluye el remover ni reparar cielos falsos, ni los pasos o perforaciones por paredes o pisos.
 - No se incluye el firestop para sellos de tuberías en paredes cortafuego.
 - Solamente se incluye el conectar los drenajes a los pluviales más cercanos, si existen.
 - No se incluye la estructura para soportar los gabinetes de mangueras en paredes livianas de gypsum cuando estos sean empotrados.
 - No se incluye ni se considera la estructura primaria o secundaria de la edificación ni el estudio estructural para el soporte de las tuberías contra incendio. Se asume que la misma se encuentra presente y está diseñada para soportar el peso de la tubería llena de agua.
 - No se incluye la rotulación o señalización de gabinetes ni extintores.
- ✓ De la Red Principal de Tuberías Enterradas, no se incluye:
 - No se incluye el zanjeado, material de relleno, calles, adoquines, zacates, concreto, paso de calles, compactación del terreno, etc. para la tubería enterrada ni las reparaciones.
 - No se incluyen los bloques de Inercia para la tubería enterrada.
 - No se incluye el suministro ni la instalación del o los hidrantes de la red pública.
- ✓ Del Cuarto de Bombas, no se incluye:

 Costa Rica

 Honduras

 Panamá

 Nicaragua

 El Salvador

Page 10 of 13

- o No se considera ningún trabajo eléctrico que no sea la conexión final de los equipos de bombeo con el panel de control de incendios.
- o No se incluye el suministro, instalación ni la alimentación del centro de carga (tablero eléctrico) dedicado para los equipos de bombeo, breakers, protecciones, puesta a tierra del tablero ni tanque de combustible diésel. *Se requiere que el centro de carga se instale dentro del cuarto de bomba contra incendio.*
- o No incluye ninguna alimentación eléctrica ni telefónica al cuarto de bombas. En caso de utilizar el tablero eléctrico que alimenta los equipos de bombeo, la distribución eléctrica del cuarto debe realizarse en un circuito independiente. Se deberá proveer la alimentación para los tableros de la bomba principal, bomba jockey, el precalentador del motor diésel y para la bomba jockey.
- o No incluye la construcción de la caseta de bombas ni de la base o pedestal del equipo de bombeo. Tampoco el compartimiento cerrado y sellado de concreto para el tanque de combustible.
- o No se incluye el suministro ni la instalación de la mufla del equipo de bombeo ya que, en planos no se indica su ruta. El alcance de materiales e instalación de la mufla se limita al cuarto de bombas.
- ✓ Del Tanque de Almacenamiento de Agua Contra Incendio, no se incluye:
 - o No se incluye el diseño ni la construcción de la fundación ni la base para el tanque de reserva de agua.
 - o No se incluye el suministro e instalación de la línea de llenado de agua al tanque atornillado ni las pruebas.
 - o No se incluye el agua de llenado del tanque atornillado.
 - o No se incluye el cálculo ni suministro del sistema de puesta a tierra para el tanque de agua.
- ✓ No se incluye el panel de control del sistema de Alarma y Detección de Incendios, ni los módulos ni dispositivo, no obstante, los equipos deben ser monitoreados.
- ✓ No se incluye el sistema de luces de emergencia ni señales de evacuación.
- ✓ No se incluyen costos de póliza de Todo Riesgo de Construcción. Se requiere que el "cliente" suministre el alcance de la misma y todos los datos que describen el proyecto para poder cotizar la misma.
- ✓ No se incluyen trámites ni permisos municipales ni el costo de estos.
- ✓ No se incluyen trámites de aprobación de planos ni los costos asociados a estos.
- ✓ No se incluyen costos de exámenes de laboratorio para el personal tales como prueba doping (paneles de drogas), morfina, oftalmológico, audiometría, COVID-19, entre otros.
- ✓ No se incluyen los gastos de emisión de fianzas ni/o garantías bancarias.
- ✓ No se incluye la entrega de normas NFPA, otras normas o estándares.
- ✓ No se incluyen costos de protecciones especiales extraordinarias debido al COVID-19 tales como: caretas, gabachas, guantes, lavatorios, traslados especiales dentro de la planta, toldos, entre otros.

XIV. ALCANCES INCLUIDOS EN LA OFERTA:

Nuestra oferta incluye lo siguiente:



- ✓ La disposición de todos los equipos necesarios para la instalación del sistema.
- ✓ Pintura para toda la tubería aérea de acero con una mano de anticorrosivo fast dry y dos manos de acabado de color rojo.

XV. NOTAS ACLARATORIAS GENERALES:

- ✓ Los materiales sobrantes en proyecto son propiedad de Salvavidas de Centroamérica S.A. ya que, se considera traer más material de los ofertados dados los imprevistos que puedan surgir en el mismo. En caso de tratarse de un "cliente" exonerado de impuestos, Salvavidas de Centroamérica le propondrá al "cliente" venderle los materiales o pagar los impuestos de los mismos.
- ✓ La garantía por los equipos, materiales y mano de obra es por un año válida si al sistema se le brinda mantenimiento preventivo documentado de acuerdo a la NFPA 25.
- ✓ Si el "cliente" final se encuentra bajo el Régimen Tributario Especial (Zona Franca, Entidad Gubernamental, entre otros) y, por tanto, goza de exoneración parcial o total de Impuesto de Ventas o cualquier otro tipo de arancel; esto no exonera al "cliente" directo de Salvavidas de Centroamérica S.A. de este beneficio, en caso de ser una empresa que no se encuentre bajo Régimen. Esto significa que cualquier gasto, pago de impuestos, servicios de agencia aduanal, bodegajes, movimientos internos y fletes al sitio de la obra, correrán por cuenta del "cliente" directo de Salvavidas.
- ✓ *En caso que se produzcan tiempos muertos por falta de habilitación de áreas para trabajar, y producto de esto no se pueda realizar avance en la instalación del sistema, se procederá a pasar una extra por el tiempo perdido del personal. El costo estimado por hora hombre diario aproximado es de US \$25.00.*
- ✓ *En caso que se produzcan tiempos muertos en proyecto, no será responsabilidad de Salvavidas el retraso en la entrega final del mismo.*
- ✓ Salvavidas de Centroamérica S.A. utiliza factura electrónica por lo que, el trámite de facturas se realizará electrónicamente. Se requiere que el "cliente" suministre un correo electrónico autorizado para proceder con la facturación de acuerdo a las disposiciones del Ministerio de Hacienda.
- ✓ En caso de que el "cliente" requiera suspender los trabajos y Salvavidas haya incurrido en gastos de materiales, se le cobrará al "cliente" un 25% de Re-Stocking sobre el monto de los materiales que ya hayan sido comprados a excepción del equipo de bombeo del cual, el Re-Stocking será del 100%.

XVI. CONDICIONES ADICIONALES

- ✓ Nuestra oferta es por la instalación del proyecto desde el diseño, suministro, instalación, pruebas y capacitación del personal. Además, incluye la entrega de los planos finales (Red lines), manuales de los equipos y el entrenamiento en sitio.





Deseamos destacar que, siendo **SALVAVIDAS DE CENTROAMÉRICA S.A.** la empresa líder en la región en el diseño, suministro, instalación y mantenimiento de sistemas de protección contra incendio, podemos proporcionar a su empresa la asistencia técnica que requiera en este campo.

Sinceramente apreciamos la oportunidad que nos brindó para poder ofrecerles una solución para sus necesidades en protección contra incendios, les reiteramos nuestra total disposición a fin de detallar más ampliamente nuestra propuesta en caso de que así lo estimen conveniente.

Atentamente,

Alexander Chavarría Zúñiga

ANEXO D. Memoria descriptiva

Anexo D.1. Memoria descriptiva



Octubre, 2022

MEMORIA DESCRIPTIVA DEL DISEÑO

PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS INFLAMABLES

Alexander Eduardo Chavarría Zúñiga

1. Introducción

En este documento se amplían las características generales de los sistemas de hidrantes, gabinetes de manguera, rociadores automáticos, sistema de espuma, tubería y accesorios, soportes antisísmicos, equipo de bombeo y tanque de almacenamiento de agua. Este análisis y selección de equipo se hace tomando en cuenta la información obtenida de los fabricantes y proveedores, sin dejar de lado los criterios de las normas NFPA.

2. Normas y manuales utilizados en el diseño

- NFPA 1 (2018): Código de Incendios
- NFPA 101 (2021): Código de Seguridad Humana.
- NFPA 13 (2022): Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores.
- NFPA 20 (2022): Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios
- NFPA 30 (2018): Código de Líquidos Inflamables y Combustibles.
- NFPA 16 (2019): Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores de Agua-Espuma y de Pulverización de Agua-Espumas.
- NFPA 14 (2019): Norma para la instalación de Sistemas de Montantes de Mangueras.
- NFPA 22 (2018): Norma para Tanques de Agua para la Protección Contra Incendios Privada.
- NFPA 24 (2022): Norma para la instalación de Tuberías para Servicio Privado de incendios y sus Accesorios.
- NFPA 10 (2022): Norma para Extintores Portátiles Contra Incendios.
- FM 3-10 (2000): Instalación y Mantenimiento de la Red Privada de Bomberos y sus Accesorios
- Ansul[®] (2020): Manual de Diseño y Aplicaciones de Sistemas de Espuma.

3. Generalidades

- El equipo de bombeo será del tipo carcasa partida, con motor diésel y deberá tener la capacidad de abastecer la demanda de 9 342,40 l (2 500 gpm) con una presión nominal de 9,65 bar (140 psi), además, contará con un tanque de reserva de agua con una capacidad de 568 800,0 (150 000 galones).
- El sistema del anillo principal de alimentación contará con salidas para ocho (8) gabinetes de manguera, clase III, cuatro (4) hidrantes, una (1) conexión a la tubería vertical de alimentación de la Bodega #5 y la conexión de una (1) toma siamesa de inyección en 150 mm (6’’).
- La toma directa de bomberos será colocada junto a la toma siamesa y estarán ubicadas en la entrada principal de la planta, con esto se pretende facilitar el acceso a estas por parte del cuerpo de bomberos local.
- Solamente la Bodega #5 contará con sistema de rociadores automáticos, esto debido a que es la única que almacena líquidos inflamables y deben ser protegidos de esta manera según lo especificado en la NFPA 30, NFPA 16 y NFPA 13.
- Las bodegas #1, #2, #3, #4 y #6, se protegerán por medio de gabinetes de manguera clase III y la cantidad de los mismos dependerá del área de cada una y de su recorrido máximo permitido.

4. Información técnica de los equipos de cada sistema

Después de describir el diseño y conocer más de este, se realiza el diseño considerando toda la normativa vigente y aplicable, además de los manuales de instalación de los equipos especiales. A continuación, se describen las características técnicas de éstos de acuerdo con el tipo de sistema.

4.1 Sistema de hidrantes

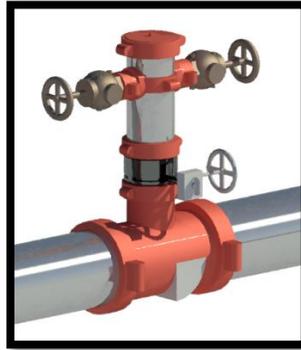


Figura D1. Detalle de instalación de los hidrantes.

Fuente: Autor, 2022.

Cada hidrante está compuesto por los siguientes componentes:

- Te o salida soldada de 250 mm x 150 mm (10''x6'').
- 3 acoples de 150 mm (6'').
- 1 tapón ranurado de 150 mm (6'').
- 1 válvula mariposa de 150 mm (6''), modelo BFV-300, marca Tyco® o similar.
- 2 te mecánicas de 150 mm X 65 mm (6''x2-½''), salida ranurada.
- 2 válvulas de ángulo de 65 mm (2-½''), modelo 5015, marca Guardian® o similar.

4.2 Sistema de gabinetes de manguera



Figura D2. Detalle de instalación del gabinete de manguera.

Fuente: Catálogo de Guardian®, 2010.

Cada gabinete de mangueras está compuesto por los siguientes componentes:

- 1 te mecánica de 100 mm X 65 mm (4''x2-½'').
- 1 te mecánica de 100 mm X 40 mm (4''x1-½'').
- 1 tapón ranurado de 100 mm (4'').
- 1 acople de 100 mm (4'').
- 1 acople de 65 mm (2-½'').
- 1 acople de 40 mm (1-½'').
- 1 kit de mangueras modelo 3010-16, con válvula de ángulo en 40 mm (1-½'') restringente de presión, manguera de 30 m (100 ft) y pitón, marca Guardian®.
- 1 válvulas de ángulo de 65 mm (2-½''), modelo 5015, marca Guardian® o similar.
- 1 gabinete de acero al carbono, color blanco, puerta en acrílico, modelo 1550-A, superficial, marca Guardian® o similar.
- 1 extintor tipo ABC, de 10 lb, marca Guardian® o similar.

Dimensiones:

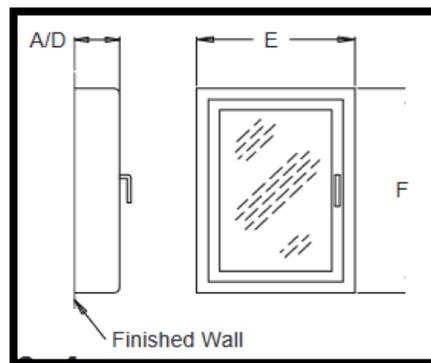


Figura D3. Medidas del gabinete de mangueras.

Fuente: Catálogo de Guardian®, 2010.

- $A/D = 228,6 \text{ mm (9'')}$.
- $E = 901,7 \text{ mm (35 } \frac{1}{2}\text{'')}$.
- $F = 1054,1 \text{ mm (41 } \frac{1}{2}\text{'')}$

4.3 Sistema de rociadores, Bodega #5

El sistema de rociadores automáticos incluye lo siguiente:

- Tubería de 150 mm (6'') en la alimentación vertical.
- Tubería de 100 mm (4'') en la tubería principal.
- Tubería de 75 mm (3'') en la tubería secundaria.
- Tubería de 50 mm (2'') en los ramales de la grilla.
- Codos, tes, acoples, reducciones, tes mecánicas, tapones, para la tubería de los diámetros mencionados anteriormente.
- Soportes tipo pera y soportes antisísmicos.
- 1 válvula mariposa en 150 mm (6''), modelo BFV-300, marca Tyco® o similar.
- 1 válvula antirretorno en 150 mm (6''), modelo CV-1F, marca Tyco® o similar.
- 1 válvula de ángulo en 50 mm (2''), marca Guardian® o similar.
- 2 válvulas de prueba y drenaje, modelo 9255, marca Guardian® o similar.
- 85 rociadores, respuesta estándar, alta temperatura, colgantes, marca Tyco® o similar, ver detalles a continuación:

Tabla D1. Datos técnicos del rociador.

Datos técnicos del rociador		
Factor K	16,8	K
Modelo	K17-231	Tyco®
Número de parte	TY-7251	N/S
Temperatura	141 (286)	°C (°F)
Conexión NPT	19 (3/4)	mm (in)
Presión máxima	12 (175)	bar (psi)
Presión residual	0,5 bar (7)	bar (psi)
Cobertura máxima	9,29 (100)	m ² (ft ²)
Espaciamiento máximo	3,65 (12)	m (ft)
Espaciamiento mínimo	2,43 (8)	m (ft)
Distancia del deflector al cielo	15,24 a 35,56 (6 a 14)	cm (in)
Dist. deflector al almacenamiento	460 (18)	mm (in)
Altura de almacenamiento máximo	6,1 (20)	m (ft)

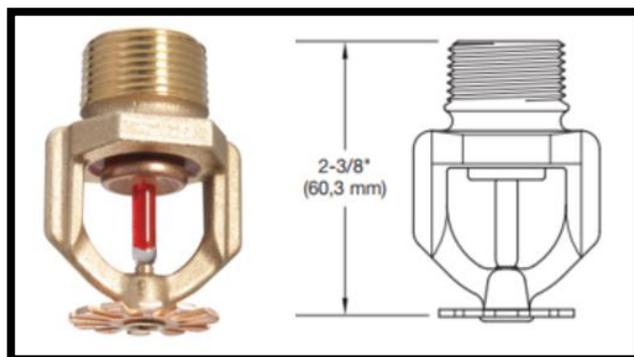


Figura D4. Dimensiones del rociador.

Fuente: Ficha técnica Tyco®, 2018.

4.4 Sistema de espuma-agua, Bodega #5

Para este apartado se consideran los criterios de la NFPA 16 y el manual de instalación de sistemas de agua-espuma de Ansul®.

Componentes del sistema:

- 2 totes de concentrado de espuma, ANSULITE 3x3, AR-AFFF LV, modelo A334-LV, de 1003 l (265 gal).
- 2 drum de concentrado de espuma, ANSULITE 3x3, AR-AFFF LV, modelo A334-LV, de 208 l (55 gal).
- 1 tanque horizontal Bladder Tank, de 2271 l (600 gal) y accesorios.
- 1 dispositivo para proporcionar concentrado de espuma, modelo Flow Max CL, de rango variable, para concentrado AR-AFFF, modelo A334-LV.
- 1 conjunto de mirilla para 151-2271 l (40-600 gal), modelo VBT.
- 1 válvula de bola en 50mm (2'') para la entrada de agua.
- 1 válvula de bola en 50 mm (2'') para el concentrado de espuma.
- 1 válvula antirretorno en 50 mm (2'').
- 10 recipientes especiales para pruebas.

- 1 válvula reductora de presión 6,35 mm (1/4").

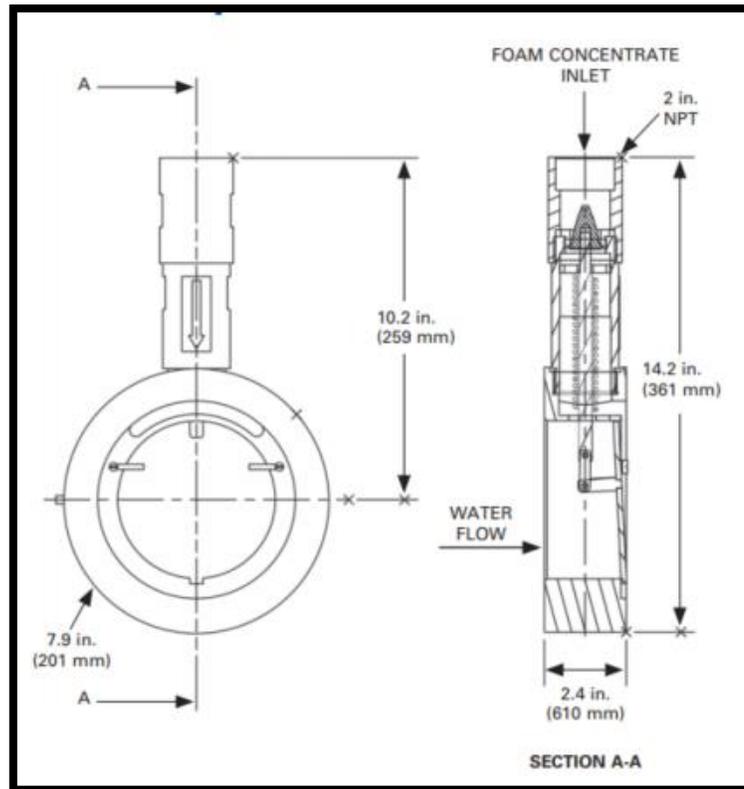


Figura D5. Inyector de concentrado de espuma.

Fuente: Manual de Ansul[®], 2018.

	Appearance	Viscous yellow liquid
	Density	1.03 ± 0.02 g/ml
	pH	7.0 - 8.5
	Refractive Index	1.3600 minimum
	Viscosity*	1800 ± 500 cPs at 77 °F (25 °C), 30 rpm
	Viscosity*	1900 ± 500 cPs at 35 °F (2 °C), 30 rpm
	Viscosity*	1000 ± 300 cPs at 77 °F (25 °C), 60 rpm
	Spreading Coefficient	3 dynes/cm minimum at 3% dilution
	Pour Point	10 °F (-12 °C)
	Freeze Point	7 °F (-14 °C)

Figura D6. Concentrado de espuma (continuación).

Fuente: Manual de Ansul[®], 2018.

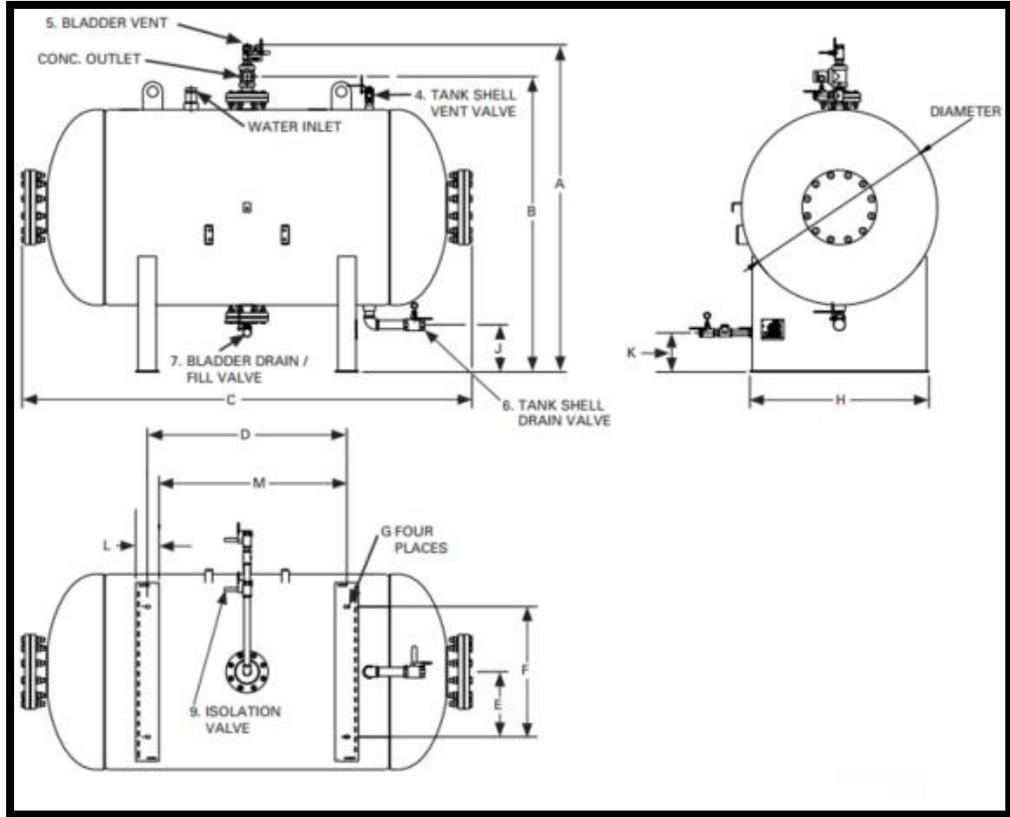


Figura D7. Tanque de concentrado de espuma.

Fuente: Manual de Ansul[®], 2018.

Part No.	Nominal Capacity		Tank Weight (Empty)		Water Inlet -	Concentrate Outlet -	Tank Shell	Bladder Vent/	Bladder Drain/	Tank Shell	A	B	C
	gal	(L)	in. (mm)	lb (kg)	NPT or Grooved	NPT or Grooved	Vent - NPT	Fill - NPT	Drain - NPT				
444044	100	(379)	24 (610)	598 (271)	2	2	1	1	1	1	53 (1,346)	45 3/4 (1,162)	74 1/2 (1,892)
444045	150	(568)	30 (762)	824 (374)	2	2	1	1	1	1 1/2	58 1/2 (1,486)	51 3/4 (1,314)	74 (1,880)
444046	200	(757)	30 (762)	929 (421)	2	2	1	1	1	1 1/2	58 1/2 (1,486)	51 3/4 (1,314)	93 1/2 (2,375)
444047	300	(1,136)	42 (1,067)	1,429 (648)	2	2	1	1	1	1 1/2	70 1/2 (1,791)	63 3/4 (1,619)	76 1/2 (1,943)
444048	400	(1,514)	42 (1,067)	1,668 (757)	2	2	1	1	1	1 1/2	70 1/2 (1,791)	63 3/4 (1,619)	96 1/2 (2,451)
444049	500	(1,893)	48 (1,219)	2,053 (931)	3	3	1	1	1	1 1/2	78 (1,981)	71 (1,803)	94 (2,388)
444050	600	(2,271)	48 (1,219)	2,261 (1,026)	3	3	1	1	1	1 1/2	78 (1,981)	71 (1,803)	109 (2,769)
444051	700	(2,650)	48 (1,219)	2,467 (1,119)	3	3	1	1	1	1 1/2	78 (1,981)	71 (1,803)	123 1/2 (3,137)

Figura D8. Dimensiones del tanque.

Fuente: Manual de Ansul[®], 2018.

Nominal Capacity	D		E		F		G		H		J		K		L		M	
	gal	(L)	in.	(mm)	in.	(mm)	in.	(mm)	in.	(mm)	in.	(mm)	in.	(mm)	in.	(mm)	in.	(mm)
100	(379)	31 1/2	(800)	5 (127)	10 (254)	58 x 1 1/4 (16 x 32)	23 (584)	11 1/4 (286)	8 1/4 (210)	5 (127)	26 1/2 (673)							
150	(568)	25 11/16	(652)	8 (203)	16 (406)	58 x 1 1/4 (16 x 32)	28 (711)	10 (254)	8 1/4 (210)	5 (127)	20 11/16 (525)							
200	(757)	45 1/4	(1,149)	8 (203)	16 (406)	58 x 1 1/4 (16 x 32)	28 (711)	10 (254)	8 1/4 (210)	5 (127)	40 1/4 (1,022)							
300	(1,136)	22 1/2	(572)	14 (356)	28 (711)	58 x 1 1/4 (16 x 32)	38 3/8 (975)	10 (254)	8 1/4 (210)	5 (127)	17 1/2 (445)							
400	(1,514)	42 3/4	(1,086)	14 (356)	28 (711)	58 x 1 1/4 (16 x 32)	38 3/8 (975)	10 (254)	8 1/4 (210)	5 (127)	37 3/4 (959)							
500	(1,893)	35 1/8	(892)	17 (432)	34 (864)	78 x 1 1/4 (22 x 32)	44 (1,118)	10 (254)	8 (203)	7 (178)	28 1/8 (714)							
600	(2,271)	47 5/8	(1,210)	17 (432)	34 (864)	78 x 1 1/4 (22 x 32)	44 (1,118)	10 (254)	8 (203)	7 (178)	40 5/8 (1,032)							
700	(2,650)	65	(1,651)	17 (432)	34 (864)	78 x 1 1/4 (22 x 32)	44 (1,118)	10 (254)	8 (203)	7 (178)	58 (1,473)							

Figura D9. Dimensiones del tanque (continuación).

Fuente: Manual de Ansul[®], 2018.

4.5 Tubería y accesorios

Las características de las tuberías utilizadas se presentan a continuación:

Tubería Dyna-Flow, diámetros de 25 mm a 100 mm (1'' a 4'').

Dyna-Flow Specifications				
NPS	Nominal I.D.	Wt.	Wt. (H2O Filled)	CRR
In; mm	In; mm	Lbs/Ft; kg/m	Lbs/Ft; kg/m	Unthreaded
1 1/4"	1.536	1.059	1.87	1.55
32	39.0	1.6	2.78	–
1 1/2"	1.728	1.667	2.71	3.44
40	43.9	2.5	4.03	–
2"	2.203	2.104	3.79	2.78
50	56.0	3.1	5.64	–
2 1/2"	2.703	2.564	5.10	1.60
65	68.7	3.8	7.59	–
3"	3.314	3.387	7.18	1.48
75	84.2	5.0	10.69	–
4"	4.310	4.473	10.86	1.00
100	109.5	6.7	16.16	–

Figura D10. Datos técnicos de la tubería Dyna Flow.

Fuente: Ficha técnica Allied, 2012.

Tubería Sch-10, diámetros de 32 mm a 200 mm (1 ¼” a 8”).

NPS In; mm	Nominal O.D. In; mm	Nominal I.D. In; mm	Nominal Wall In; mm	Wt. Lbs/Ft; kg/m	Wt. (H2O Filled) Lbs/Ft; kg/m	CRR –
1¼"	1.660	1.442	0.109	1.810	2.525	7.0955
32	42.2	36.6	2.77	2.7	3.75	–
1½"	1.900	1.682	0.109	2.09	3.04	5.6570
40	48.3	42.7	2.77	3.1	4.52	–
2"	2.375	2.157	0.109	2.640	4.22	4.5827
50	60.3	54.8	2.77	3.9	6.28	–
2½"	2.875	2.635	0.120	3.530	5.89	3.5196
65	73	66.9	3.05	5.26	8.77	–
3"	3.500	3.260	0.120	4.34	7.94	2.5550
75	88.9	82.8	3.05	6.4	11.82	–
4"	4.500	4.260	0.120	5.62	11.78	1.6020
100	114.3	108.20	3.05	8.3	17.53	–
5"	5.563	5.295	0.134	7.78	17.33	1.4874
125	141.3	134.5	3.40	11.58	25.80	–
6"	6.625	6.357	0.134	9.3	23.03	1.0251
150	168.3	161.5	3.40	13.8	34.27	–
8"	8.625	8.249	0.188	16.96	40.15	1.8365
200	219	209.50	4.78	25.2	59.75	–

Figura D11. Datos técnicos de la tubería cédula - 10.

Fuente: Ficha técnica Allied, 2012.

Características generales:

- Listado UL y aprobado FM.
- Cumple requerimientos ASTM A-135 y NFPA 13 (para tubería Sch-10).
- Cumple requerimientos ASTM A-795 tipo E, Grado A, NFPA 13 y NFPA 14 (para tubería Dyna Flow).
- Resisten una presión máxima de 20,6 bar (300 psi).
- Cumplen los requisitos para las aplicaciones de salidas o bocas soldables y presión hidrostática.
- Cumple con el requisito de “Buy American” y se venden a través de distribuidores en los E.E.U.U, Canadá, México y América Latina.

Accesorios roscados:

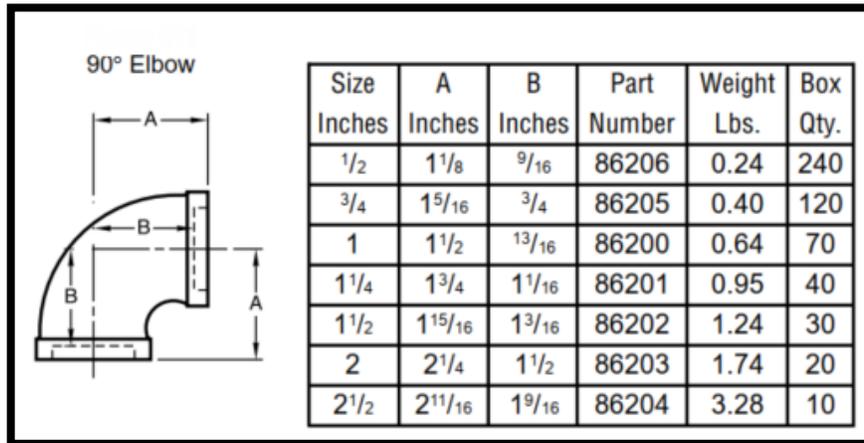


Figura D12. Detalle de codos roscados 90°.

Fuente: Ficha técnica Tyco®.

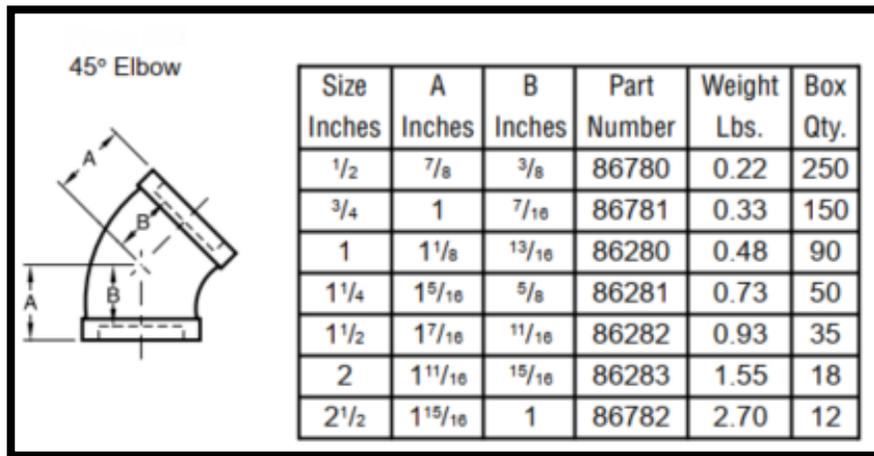


Figura D13. Detalle de codos roscados 45°.

Fuente: Ficha técnica Tyco®.

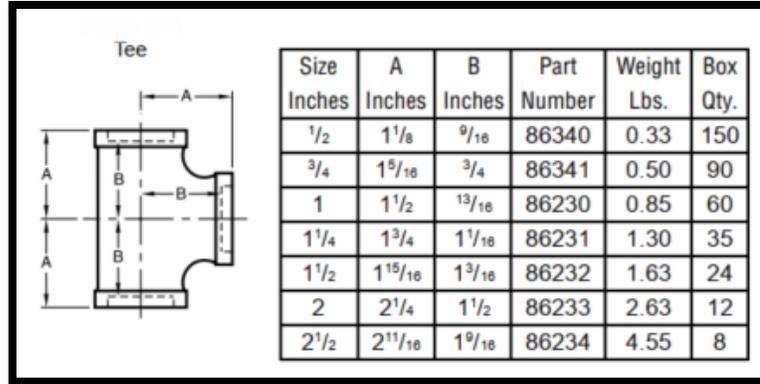


Figura D14. Detalles de las tes.

Fuente: Ficha técnica Tyco®.

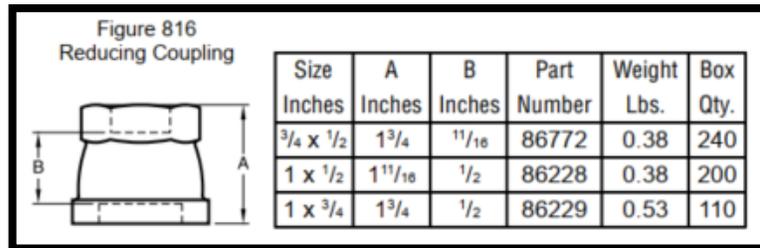


Figura D15. Detalles de las tes.

Fuente: Ficha técnica Tyco®.

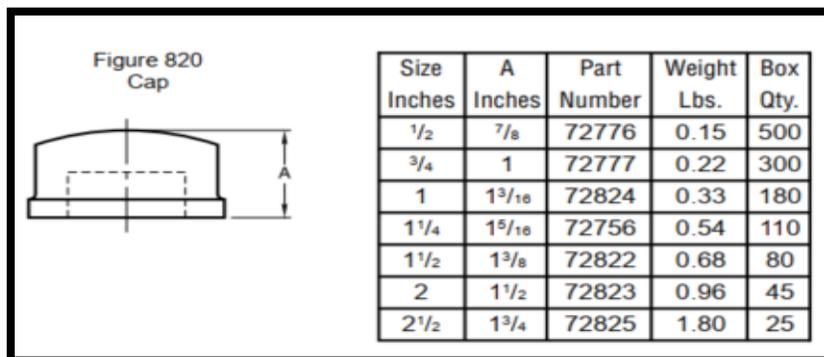


Figura D16. Detalles de los tapones.

Fuente: Ficha técnica Tyco.

Accesorios ranurados:

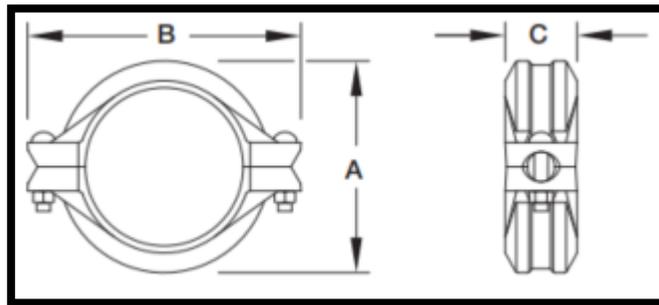


Figura D17. Detalles del acople rígido.

Fuente: Ficha técnica Tyco[®], 2007.

Nominal Pipe Size		Max.* End Gap Inches (mm)
ANSI Inches DN	O.D. Inches (mm)	
1-1/4 DN32	1.660 (42,4)	0.06 (1,5)
1-1/2 DN40	1.900 (48,3)	0.08 (2,0)
2 DN50	2.375 (60,3)	0.13 (3,3)
2-1/2 DN65	2.875 (73,0)	0.13 (3,3)
- DN65	3.000 (76,1)	0.13 (3,3)
3 DN80	3.500 (88,9)	0.13 (3,3)
4 DN100	4.500 (114,3)	0.19 (4,8)
- DN125	5.500 (139,7)	0.19 (4,8)
5 DN125	5.563 (141,3)	0.19 (4,8)
- DN150	6.500 (165,1)	0.19 (4,8)
6 DN150	6.625 (168,3)	0.19 (4,8)
8 DN200	8.625 (219,1)	0.19 (4,8)
10 DN250	10.750 (273,1)	0.13 (3,3)
12 DN300	12.750 (323,4)	0.13 (3,3)

Figura D18. Detalles del acople rígido.

Fuente: Ficha técnica Tyco[®], 2007.

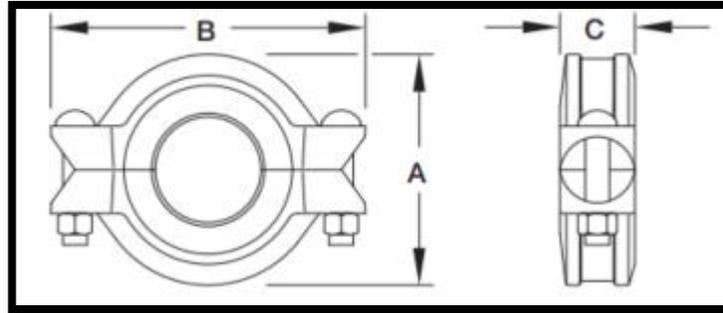


Figura D19. Detalles del acople flexible.

Fuente: Ficha técnica Tyco®, 2007.

Nominal Pipe Size		Max.* ‡ End Gap Inches (mm)	Deflection	
ANSI Inches DN	O.D. Inches (mm)		*Per Coupling	Inches/ Foot (mm/m)
2 x 1-1/2 DN50 x DN40	2.375 x 1.900 (60,3 x 48,8)	0.13 (3,3)	1° - 53'	0.39 (32,5)
2-1/2 x 2 DN65 x DN50	2.875 x 2.375 (73,0 x 60,3)	0.13 (3,3)	1° - 33'	0.32 (26,7)
- DN65 x DN50	3.000 x 2.375 (76,1 x 60,3)	0.13 (3,3)	1° - 34'	0.32 (26,7)
3 x 2 DN80 x DN50	3.500 x 2.375 (88,9 x 60,3)	0.13 (3,3)	1° - 17'	0.27 (22,5)
3 x 2-1/2 DN80 x DN65	3.500 x 2.875 (88,9 x 73,0)	0.13 (3,3)	1° - 17'	0.27 (22,5)
- DN80 x DN65	3.500 x 3.000 (88,9 x 76,1)	0.13 (3,3)	1° - 17'	0.27 (22,5)
4 x 2 DN100 x DN50	4.500 x 2.375 (114,3 x 60,3)	0.19 (4,8)	2° - 38'	0.55 (45,8)
4 x 2-1/2 DN100 x DN65	4.500 x 2.875 (114,3 x 73,0)	0.19 (4,8)	2° - 38'	0.55 (45,8)
- DN100 x DN65	4.500 x 3.000 (114,3 x 76,1)	0.19 (4,8)	2° - 38'	0.55 (45,8)
4 x 3 DN100 x DN80	4.500 x 3.500 (114,3 x 88,9)	0.19 (4,8)	2° - 38'	0.55 (45,8)
- DN125 x DN100	5.500 x 4.500 (139,7 x 114,3)	0.25 (6,4)	2° - 38'	0.55 (45,8)
5 x 4 DN125 x DN100	5.563 x 4.500 (141,3 x 114,3)	0.25 (6,4)	2° - 5'	0.44 (36,4)
- DN150 x DN100	6.500 x 4.500 (165,1 x 114,3)	0.25 (6,4)	1° - 50'	0.38 (31,7)
6 x 4 DN150 x DN100	6.625 x 4.500 (168,3 x 114,3)	0.25 (6,4)	1° - 44'	0.36 (30,0)
6 x 5 DN150 x DN125	6.625 x 5.563 (168,3 x 141,3)	0.25 (6,4)	1° - 44'	0.36 (30,0)
8 x 6 DN200 x DN150	8.625 x 6.625 (219,1 x 168,3)	0.25 (6,4)	1° - 15'	0.26 (21,8)

Figura D20. Detalles del acople flexible.

Fuente: Ficha técnica Tyco®, 2007.

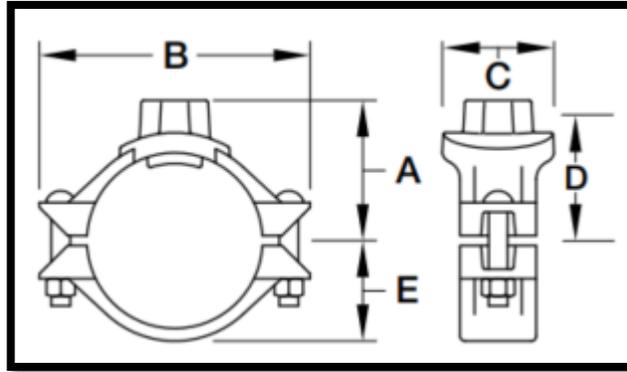


Figura D21. Detalles de te mecánica.

Fuente: Ficha técnica Tyco®, 2007.

Nominal Run x Branch ANSI Inches / DN	O.D. Inches (mm)	Nominal Dimensions- Inches (mm)				
		A	B	C	D	E
2 x 1/2 DN50 x DN15	2.375 x 0.840 (60,3 x 21,3)	2.62 (66,5)	4.88 (124,0)	3.07 (78,0)	2.12 (53,8)	1.59 (40,4)
2 x 3/4 DN50 x DN20	2.375 x 1.050 (60,3 x 26,7)	2.62 (66,5)	4.88 (124,0)	3.07 (78,0)	2.12 (53,8)	1.59 (40,4)
2 x 1 DN50 x DN25	2.375 x 1.315 (60,3 x 33,4)	2.62 (66,5)	4.88 (124,0)	3.07 (78,0)	2.12 (53,8)	1.59 (40,4)
2 x 1-1/4 DN50 x DN32	2.375 x 1.660 (60,3 x 42,2)	2.78 (70,6)	4.88 (124,0)	3.32 (84,3)	1.93 (49,0)	1.59 (40,4)
2 x 1-1/2 DN50 x DN40	2.375 x 1.900 (60,3 x 48,3)	2.75 (69,9)	4.88 (124,0)	3.32 (84,3)	1.93 (49,0)	1.59 (40,4)
2-1/2 x 1/2 DN65 x DN15	2.875 x 0.840 (73,0 x 21,3)	2.88 (73,2)	5.25 (133,4)	3.07 (78,0)	2.38 (60,5)	1.81 (46,0)
2-1/2 x 3/4 DN65 x DN20	2.875 x 0.840 (73,0 x 21,3)	2.88 (73,2)	5.25 (133,4)	3.07 (78,0)	2.38 (60,5)	1.81 (46,0)
2-1/2 x 1 DN65 x DN25	2.875 x 1.315 (73,0 x 33,4)	2.88 (73,2)	5.25 (133,4)	3.07 (78,0)	2.38 (60,5)	1.81 (46,0)
2-1/2 x 1-1/4 DN65 x DN32	2.875 x 1.660 (73,0 x 42,2)	3.00 (76,2)	5.25 (133,4)	3.56 (90,4)	2.19 (55,6)	1.81 (46,0)
2-1/2 x 1-1/2 DN65 x DN40	2.875 x 1.900 (73,0 x 48,3)	3.07 (78,0)	5.25 (133,4)	3.59 (91,2)	2.17 (55,1)	1.81 (46,0)
2-1/2 x 2 DN65 x DN50	2.875 x 2.375 (73,0 x 60,3)	3.19 (81,0)	5.25 (133,4)	4.00 (101,6)	2.44 (62,0)	1.81 (46,0)
- DN65 x DN15	- (76,1 x 21,3)	2.94 (74,5)	5.62 (142,7)	3.07 (78,0)	2.44 (62,0)	1.87 (47,5)
- DN65 x DN20	- (76,1 x 26,7)	2.94 (74,5)	5.62 (142,7)	3.07 (78,0)	2.44 (62,0)	1.87 (47,5)
- DN65 x DN25	- (76,1 x 33,4)	2.94 (74,5)	5.62 (142,7)	3.07 (78,0)	2.44 (62,0)	1.87 (47,5)

Figura D22. Detalles de te mecánica.

Fuente: Ficha técnica Tyco®, 2007.

Nominal Run x Branch ANSI Inches / DN	O.D. Inches (mm)	Nominal Dimensions- Inches (mm)				
		A	B	C	D	E
- DN65 x DN32	- (76,1 x 42,2)	3.06 (77,7)	5.62 (142,7)	3.56 (90,4)	2.25 (57,2)	1.87 (47,5)
- DN65 x DN40	- (76,1 x 48,3)	3.13 (79,5)	5.62 (142,7)	3.56 (90,4)	2.25 (57,2)	1.87 (47,5)
- DN65 x DN50	- (76,1 x 60,3)	3.25 (82,6)	5.62 (142,7)	4.00 (101,6)	2.50 (63,5)	1.87 (47,5)
3 x 1/2 DN80 x DN15	3.500 x 0.840 (88,9 x 21,3)	3.19 (81,0)	6.13 (155,7)	3.07 (78,0)	2.56 (65,0)	2.21 (56,1)
3 x 3/4 DN80 x DN20	3.500 x 1.050 (88,9 x 26,7)	3.19 (81,0)	6.13 (155,7)	3.07 (78,0)	2.56 (65,0)	2.21 (56,1)
3 x 1 DN80 x DN25	3.500 x 1.315 (88,9 x 33,4)	3.19 (81,0)	6.13 (155,7)	3.07 (78,0)	2.56 (65,0)	2.21 (56,1)
3 x 1-1/4 DN80 x DN32	3.500 x 1.660 (88,9 x 42,2)	3.34 (84,8)	6.13 (155,7)	3.32 (84,3)	2.50 (63,5)	2.21 (56,1)
3 x 2 DN80 x DN50	3.500 x 2.375 (88,9 x 60,3)	3.50 (88,9)	6.13 (155,7)	4.09 (103,9)	2.75 (69,9)	2.21 (56,1)
4 x 1/2 DN100 x DN15	4.500 x 0.840 (114,3 x 21,3)	3.69 (93,7)	7.13 (181,1)	3.07 (78,0)	3.06 (77,7)	2.78 (70,6)
4 x 3/4 DN100 x DN20	4.500 x 1.050 (114,3 x 26,7)	3.69 (93,7)	7.13 (181,1)	3.07 (78,0)	3.06 (77,7)	2.78 (70,6)
4 x 1 DN100 x DN25	4.500 x 1.315 (114,3 x 33,4)	3.69 (93,7)	7.13 (181,1)	3.07 (78,0)	3.06 (77,7)	2.78 (70,6)
4 x 1-1/4 DN100 x DN32	4.500 x 1.660 (114,3 x 42,2)	3.92 (99,6)	7.13 (181,1)	3.32 (84,3)	3.00 (76,2)	2.78 (70,6)
4 x 1-1/2 DN100 x DN40	4.500 x 1.900 (114,3 x 48,3)	4.00 (101,6)	7.13 (181,1)	3.56 (90,4)	2.98 (75,7)	2.78 (70,6)
4 x 2 DN100 x DN50	4.500 x 2.375 (114,3 x 60,3)	4.00 (101,6)	7.13 (181,1)	4.06 (103,1)	3.25 (82,6)	2.78 (70,6)

Figura D23. Detalles de te mecánica (continuación).

Fuente: Ficha técnica Tyco[®], 2007.

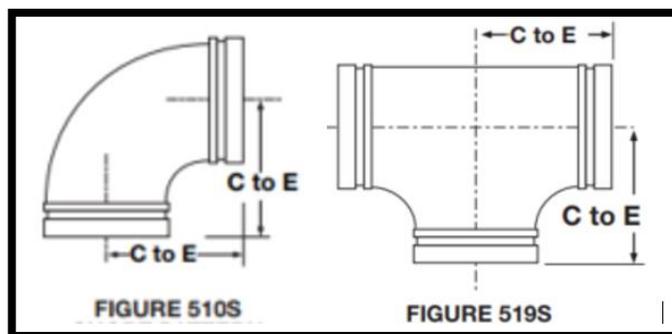


Figura D24a. Detalles de tes y codos.

Fuente: Ficha técnica Tyco®, 2007.

Nominal Pipe Size		Figure 510S		Figure 519S	
ANSI Inches DN	O.D. Inches (mm)	C to E Inches (mm)	Approx. Weight Lbs. (kg)	C to E Inches (mm)	Approx. Weight Lbs. (kg)
2 DN50	2.375 (60,3)	2.75 (69,9)	1.5 (0,7)	2.75 (69,9)	2.1 (1,0)
2-1/2 DN65	2.875 (73,0)	3.00 (76,2)	2.2 (1,0)	3.00 (76,2)	3.0 (1,4)
- DN65	- (76,1)	3.00 (76,2)	2.3 (1,0)	3.00 (76,2)	3.1 (1,4)
3 DN80	3.500 (88,9)	3.38 (85,9)	3.0 (1,3)	3.38 (85,9)	4.1 (1,9)
4 DN100	4.500 (114,3)	4.00 101,60	5.6 (2,6)	4.00 101,60	7.7 (3,5)
- DN125	- (139,7)	4.88 (124,0)	8.6 (3,9)	4.88 (124,0)	12.0 (5,4)
5 DN125	5.563 (141,3)	4.88 (124,0)	8.8 (3,9)	4.88 (124,0)	12.0 (5,4)
- DN150	- (165,1)	5.50 (139,7)	11.0 (5,0)	5.50 (139,7)	15.0 (6,8)
6 DN150	6.625 (168,3)	5.50 (139,7)	11.2 (5,1)	5.50 (139,7)	15.2 (6,9)
8 DN200	8.625 (219,1)	6.88 (174,8)	23.4 (10,6)	6.88 (174,8)	31.2 (14,2)

Figura D24b. Detalles de tes y codos.

Fuente: Ficha técnica Tyco®, 2007.

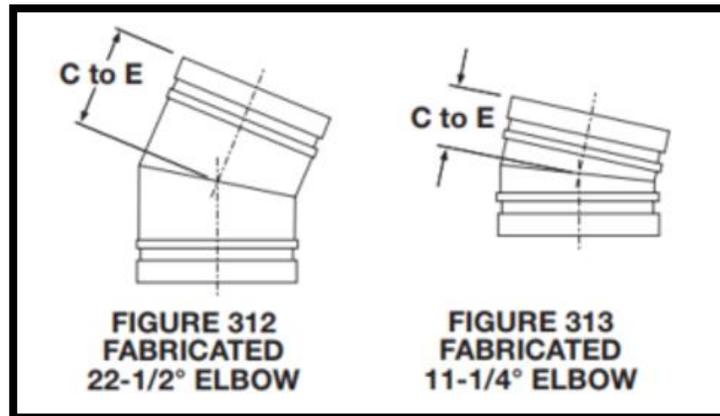


Figura D25. Detalles de codos 22.5° y 11.25°.

Fuente: Ficha técnica Tyco®, 2007.

Nominal Pipe Size		Figure 312		Figure 313	
ANSI Inches DN	O.D. Inches (mm)	C to E Inches / (mm)	Approx. Weight Lbs. (kg)	C to E Inches / (mm)	Approx. Weight Lbs. (kg)
1-1/4 DN32	1.660 (42,4)	1.75 (44,5)	0.4 (0,2)	1.38 (35,1)	0.4 (0,2)
1-1/2 DN40	1.900 (48,3)	1.75 (44,5)	0.5 (0,2)	1.38 (35,1)	0.5 (0,2)
2 DN50	2.375 (60,3)	1.88 (47,8)	0.6 (0,3)	1.38 (35,1)	0.6 (0,3)
2-1/2 DN65	2.875 (73,0)	2.00 (50,8)	0.7 (0,3)	1.50 (38,1)	1.1 (0,5)
3 DN80	3.500 (88,9)	2.25 (57,2)	1.4 (0,6)	1.50 (38,1)	1.2 (0,5)
4 DN100	4.500 (114,3)	2.63 (66,8)	2.4 (1,1)	1.75 (44,5)	2.2 (1,0)
5 DN125	5.563 (141,3)	2.88 (73,2)	4.1 (1,9)	2.00 (50,8)	3.3 (1,5)
6 DN150	6.625 (168,3)	3.13 (79,5)	5.6 (2,5)	2.00 (50,8)	4.6 (2,1)
8 DN200	8.625 (219,1)	3.88 (98,6)	11.1 (5,0)	2.00 (50,8)	8.7 (3,9)
10 DN250	10.750 (273,0)	4.38 (111,3)	14.0 (6,4)	2.13 (54,1)	9.1 (4,1)
12 DN300	12.750 (323,9)	4.88 (124,0)	22.0 (10,0)	2.25 (57,2)	16.7 (7,6)

Figura D26. Detalles de codos 22.5° y 11.25°.

Fuente: Ficha técnica Tyco®, 2007.

Tubería subterránea C-900 y accesorios:

Certa-Lok™ C900/C905 RJ (Joints connected with couplings) – 20 Ft Laying Length																		
NOM SIZE	PIPE O.D.	CPLG O.D.	MIN. WALL THICKNESS (T)				X	W	D	APPROX. WEIGHT (LB/FT)				MIN. BEND RADIUS (FT)	* MAX. PULL FORCE (LB)			
			DR25	DR21	DR18	DR14				DR25	DR21	DR18	DR14		DR25	DR21	DR14	
4"	4.800	5.964	—	—	0.267	0.343	3.000	0.375	0.135	—	—	2.4	3.1	100	—	—	7,800	9,800
6"	6.900	8.366	—	—	0.383	0.493	3.000	0.500	0.135	—	—	5.0	6.3	144	—	—	16,000	18,900
8"	9.050	10.947	—	—	0.503	0.646	3.163	0.500	0.145	—	—	8.5	10.7	188	—	—	23,100	24,300
10"	11.100	13.361	—	—	0.617	0.793	3.625	0.750	0.215	—	—	12.9	16.2	232	—	—	40,500	48,700

Figura D27. Características técnicas de la tubería C-900.

Fuente: Ficha técnica North American, 2007.

Accesorios de tubería en hierro dúctil:

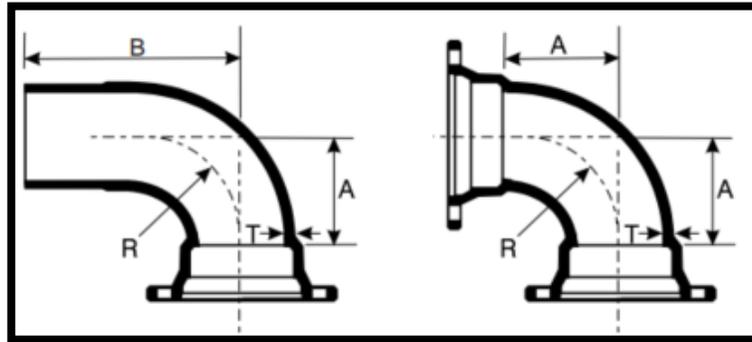


Figura D28. Codos 90°, hierro dúctil.

Fuente: Ficha técnica North American, 2007.

Size	MJxMJ CAST IRON Item No.	MJxMJ DUCTILE IRON Item No.	A	MJxPE CAST IRON Item No.	MJxPE DUCTILE IRON Item No.	B	R	T	MJxMJ Approx Wt.	MJxPE Approx Wt.
3	CMB390	XMB390	5.5	CME390	XME390	13.5	4.0	.48	35	35
4	CMB490	XMB490	6.5	CME490	XME490	14.5	4.5	.52	55	50
6	CMB690	XMB690	8.0	CME690	XME690	16.0	6.0	.55	85	80
8	CMB890	XMB890	9.0	CME890	XME890	17.0	7.0	.60	125	120
10	CMB1090	XMB1090	11.0	CME1090	XME1090	19.0	9.0	.68	190	190
12	CMB1290	XMB1290	12.0	CME1290	XME1290	20.0	10.0	.75	255	255
14		XMB1490	14.0		XME1490	22.0	11.5	.66	340	325
16		XMB1690	15.0		XME1690	23.0	12.5	.70	430	410
18		XMB1890	16.5		XME1890	24.5	14.0	.75	545	520
20		XMB2090	18.0		XME2090	26.0	15.5	.80	680	650
24		XMB2490	22.0		XME2490	30.0	18.5	.89	1025	985
30		XMB3090	25.0		XME3090	33.0	21.5	1.03	1690	1585
36		XMB3690	28.0		XME3690	36.0	24.5	1.15	2475	2310
42		XMB4290	31.0		XME4290	39.0	27.5	1.28	3410	3200
48		XMB4890	34.0		XME4890	42.0	30.5	1.42	4595	4330

Figura D29. Codos 90°, hierro dúctil.

Fuente: Ficha técnica SIGMA.

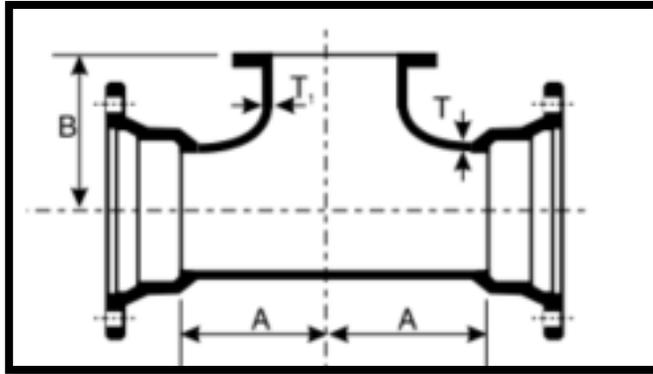


Figura D30. Te MJ x Brida, hierro dúctil.

Fuente: Ficha técnica SIGMA.

Run	Branch	DUCTILE IRON Item No.	Wt.	A	B	T	T
4	4	XMF44	89	6.5	6.5	.52	.52
6	4	XMF64	129	8.0	8.0	.55	.52
6	6	XMF66	140	8.0	8.0	.55	.55
8	4	XMF84	159	9.0	9.0	.60	.52
8	6	XMF86	195	9.0	9.0	.60	.55
8	8	XMF88	175	9.0	9.0	.60	.60
10	4	XMF104	229	11.0	11.0	.68	.52
10	6	XMF106	222	11.0	11.0	.68	.55
10	8	XMF108	250	11.0	11.0	.68	.60
10	10	XMF1010	260	11.0	11.0	.68	.68

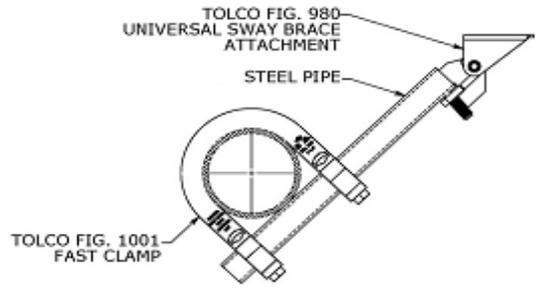
Figura D31. Te MJ x Brida, hierro dúctil.

Fuente: Ficha técnica SIGMA.

5. Soportes antisísmicos

A continuación, se presenta el análisis de los soportes antisísmicos, cada memoria de cálculo incluye los parámetros según la norma NFPA 13 y el tipo de soporte va acorde a la estructura, posición y ángulo en el que será colocado.

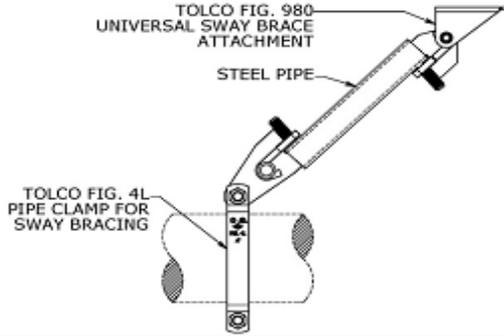
Soporte 3''LAT-01:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>			Contractor:		
<u>Reservado</u>			Address:		
<u>Reservado</u>			Phone:		
<u>Job # -</u>			Licence:		
Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13					
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrio:	<u>7' 0" (2,134 m)</u>		Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada
Diameter of Brace	<u>1"</u>		Fig. 1001 Clamp	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Type of Brace	<u>Sch.40</u>		Fig.980 Universal Swivel	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Angulo desde el Verti	<u>45° Min.</u>		See Fastener Information		
Radio de giro mínimo	<u>0,42" (11 mm)</u>		* Cálculo basado en carga concentrica		
Valor de L/R	<u>200</u>		* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.		
Carga Horizontal Máx	<u>1310 lbs (594 kg)</u>		Seismic Brace Assembly Detail		
Información de Sujetador					
Orientación de Sujetador	<u>NFPA Type B</u>		Identificación en Planes de Comp		
Sujetador			Tipo de Arriostamiento		
Tipo	<u>Bolt</u>		Longitudinal [] 4-Way []		
Diámetro	<u>3/8in. (10 mm)</u>				
Largo	<u>N/A</u>				
Carga Máxima	<u>1200 lbs (544 kg)</u>				
Prying Factor	<u>N/A</u>				
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
Cp = 0,9					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
4" (100 mm)	Sch. 10	28 ft (8,5 m)	28 ft (8,5 m)	11,78 lb/ft (17,53 kg/m)	330 lbs (150 kg)
Subtotal Weight					330 lbs (150 kg)
Wp (incl. 15%)					379 lbs (172 kg)
Total (Fpw)					501 lbs (227 kg)
Maximum Fpw per 18.5.5.2					1071 lb (485 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)			
4"	Sch. 10	28			

(TOLBrace™ Version 8)

Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement

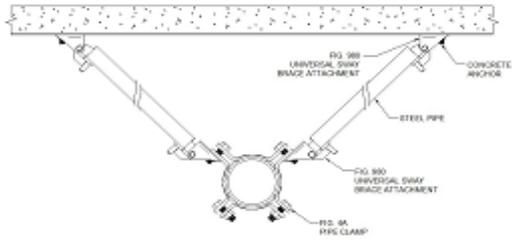
Soporte 3"LONG-01:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>		Contractor:			
<u>Reservado</u>		Address:			
<u>Reservado</u>		Phone:			
<u>Job # -</u>		Licence:			
<small>Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13</small>					
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrio:	<u>7' 0" (2,134 m)</u>		Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada
Diameter of Brace	<u>1"</u>		Fig. 4L Clamp	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Type of Brace	<u>Sch.40</u>		Fig.980 Universal Swivel	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Angulo desde el Verti	<u>45° Min.</u>		<small>See Fastener Information</small>		
Radio de giro mínimo	<u>0,42" (11 mm)</u>		<small>* Cálculo basado en carga concentrica</small>		
Valor de L/R	<u>200</u>		<small>* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</small>		
Carga Horizontal Máx	<u>1310 lbs (594 kg)</u>		Seismic Brace Assembly Detail		
Información de Sujetador					
Orientación de Sujetador	<u>NFPA Type B</u>				
Sujetador					
Tipo	<u>Bolt</u>				
Diámetro	<u>1/2n. (12 mm)</u>				
Largo	<u>N/A</u>				
Carga Máxima	<u>2050 lbs (930 kg)</u>				
Prying Factor	<u>N/A</u>				
			Identificación en Planes de Conexión		
			Tipo de Arriostamiento Longitudinal [X] 4-Way []		
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
<small>Cp = 0,9</small>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
3" (80 mm)	Sch. 10	59 ft (18 m)	59 ft (18 m)	7,94 lb/ft (11,82 kg/m)	468 lbs (212 kg)
Subtotal Weight					468 lbs (212 kg)
Wp (incl. 15%)					538 lbs (244 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)	Total (Fpw)		710 lbs (322 kg)
3"	Sch. 10	59	Maximum Fpw per 18.5.5.2		N/A

(TOLBrace™ Version B)

Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement

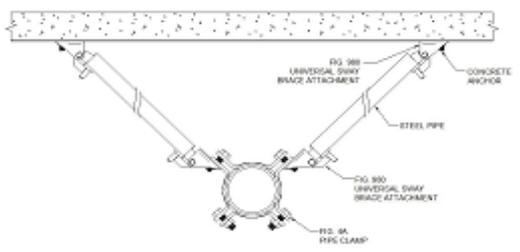
Soporte 4"4Vías-01:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: Planta de Almacenamiento de Líquid			Contractor:		
Reservado _____			Address: _____		
Reservado _____			Phone: _____		
Job # - _____			Licence: _____		
<small>Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13</small>					
Información de Arriostramiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrio:	7' 0" (2,134 m)		Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada
Diameter of Brace	1"		Fig. 4A Clamp	1600 lbs (726 kg)	1131 lbs (513 kg)
Type of Brace	Sch.40		Fig.980 Universal Swivel	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Angulo desde el Verti	45° Min.		See Fastener Information		
Radio de giro mínimo	0.42" (11 mm)		* Cálculo basado en carga concentrada		
Valor de L/R	200		* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.		
Carga Horizontal Máx	1310 lbs (594 kg)		Seismic Brace Assembly Detail		
Información de Sujetador					
Orientación de Sujetador	NFPA Type B		Identificación en Planes de Comp Tipo de Arriostramiento Longitudinal [] 4-Way [X]		
Sujetador	Bolt				
Tipo	Bolt				
Diámetro	3/8in. (10 mm)				
Largo	N/A				
Carga Máxima	1200 lbs (544 kg)				
Prying Factor	N/A				
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
Cp = 0,9					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
4" (100 mm)	Sch. 10	20 ft (6,1 m)	20 ft (6,1 m)	11,78 lb/ft (17,53 kg/m)	236 lbs (107 kg)
Subtotal Weight					236 lbs (107 kg)
Wp (incl. 15%)					271 lbs (123 kg)
Total (Fpw)					358 lbs (162 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)	Maximum Fpw per 18.5.5.2		
4"	Sch. 10	20	N/A		

(TOLBrace™ Version 8)

Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement

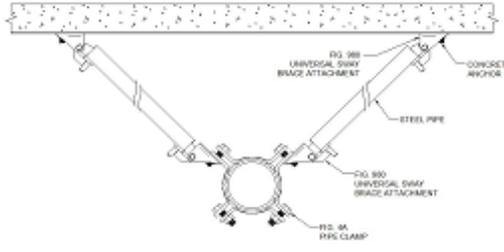
Soporte 4"Vías-02:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>			Contractor:		
<u>Reservado</u>			Address:		
<u>Reservado</u>			Phone:		
<u>Reservado</u>			Licence:		
Job # -			<small>Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13</small>		
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrio:	<u>7' 0" (2,134 m)</u>		Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada
Diameter of Brace	<u>1"</u>		Fig. 4A Clamp	1600 lbs (726 kg)	1131 lbs (513 kg)
Type of Brace	<u>Sch.40</u>		Fig.980 Universal Swivel	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Angulo desde el Verti	<u>45° Min.</u>		See Fastener Information		
Radio de giro mínimo	<u>0,42" (11 mm)</u>		<small>* Cálculo basado en carga concentrada</small>		
Valor de L/R	<u>200</u>		<small>* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</small>		
Carga Horizontal Máx	<u>1310 lbs (594 kg)</u>		Seismic Brace Assembly Detail		
Información de Sujetador					
Orientación de Sujetador	<u>NFPA Type B</u>		Identificación en Planes de Comp		
Sujetador			Tipo de Arriostamiento		
Tipo	<u>Bolt</u>		Longitudinal [] 4-Way [X]		
Diámetro	<u>3/8in. (10 mm)</u>				
Largo	<u>N/A</u>				
Carga Máxima	<u>1200 lbs (544 kg)</u>				
Prying Factor	<u>N/A</u>				
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
Cp = <u>0,9</u>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
4" (100 mm)	Sch. 10	20 ft (6,1 m)	20 ft (6,1 m)	11,78 lb/ft (17,53 kg/m)	236 lbs (107 kg)
Subtotal Weight					236 lbs (107 kg)
Wp (incl. 15%)					271 lbs (123 kg)
Total (Fpw)					358 lbs (162 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)	Maximum Fpw per 18.5.5.2		N/A
4"	Sch. 10	20			
<small>(TOLBrace™ Version 8) Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement</small>					

Soporte 4"Vías-03:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations																							
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>			Contractor:																				
<u>Reservado</u>			Address:																				
<u>Reservado</u>			Phone:																				
<u>Reservado</u>			Licence:																				
Job # -			<small>Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13</small>																				
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™																				
Máximo Largo del Arrio: <u>7' 0" (2,134 m)</u> Diameter of Brace: <u>1"</u> Type of Brace: <u>Sch.40</u> Angulo desde el Verti: <u>45° Min.</u> Radio de giro mínimo: <u>0,42" (11 mm)</u> Valor de L/R: <u>200</u> Carga Horizontal Máx: <u>1310 lbs (594 kg)</u>			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Numero de Figura de</th> <th>Listed Load</th> <th>Carga Ajustada</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fig. 4A Clamp</td> <td>1600 lbs (726 kg)</td> <td>1131 lbs (513 kg)</td> </tr> <tr> <td>Fig.980 Universal Swivel</td> <td>2015 lbs (914 kg)</td> <td>1425 lbs (646 kg)</td> </tr> <tr> <td colspan="3"><small>See Fastener Information</small></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"><small>* Cálculo basado en carga concentrada</small></td> </tr> <tr> <td colspan="3"><small>* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</small></td> </tr> </tbody> </table>			Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada	Fig. 4A Clamp	1600 lbs (726 kg)	1131 lbs (513 kg)	Fig.980 Universal Swivel	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)	<small>See Fastener Information</small>			<small>* Cálculo basado en carga concentrada</small>			<small>* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</small>		
Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada																					
Fig. 4A Clamp	1600 lbs (726 kg)	1131 lbs (513 kg)																					
Fig.980 Universal Swivel	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)																					
<small>See Fastener Information</small>																							
<small>* Cálculo basado en carga concentrada</small>																							
<small>* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</small>																							
Información de Sujetador			Seismic Brace Assembly Detail																				
Orientación de Sujetador: <u>NFPA Type B</u> Sujetador: Tipo: <u>Bolt</u> Diámetro: <u>3/8in. (10 mm)</u> Largo: <u>N/A</u> Carga Máxima: <u>1200 lbs (544 kg)</u> Prying Factor: <u>N/A</u>																							
			Identificación en Planes de Comp																				
			Tipo de Arriostamiento: Longitudinal [] 4-Way [X]																				
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)																							
Cp = <u>0,9</u>																							
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight																		
4" (100 mm)	Sch. 10	20 ft (6,1 m)	20 ft (6,1 m)	11,78 lb/ft (17,53 kg/m)	236 lbs (107 kg)																		
Subtotal Weight					236 lbs (107 kg)																		
Wp (incl. 15%)					271 lbs (123 kg)																		
Total (Fpw)					358 lbs (162 kg)																		
Main Size 4"	Type/Sch. Sch. 10	Spacing (ft) 20	Maximum Fpw per 18.5.5.2		N/A																		
<small>(TOLBrace™ Version 8) Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement</small>																							

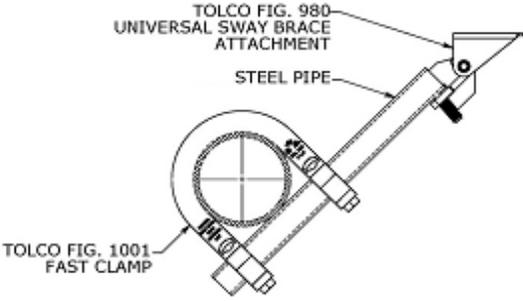
Soporte 4"4Vías-04:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>		Contractor:			
<u>Reservado</u>		Address:			
<u>Reservado</u>		Phone:			
<u>Reservado</u>		Licence:			
Job # -		<small>Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13</small>			
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrio:	<u>7' 0" (2,134 m)</u>	Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada	
Diameter of Brace	<u>1"</u>	Fig. 4A Clamp	1600 lbs (726 kg)	1131 lbs (513 kg)	
Type of Brace	<u>Sch.40</u>	Fig.980 Universal Swivel	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)	
Angulo desde el Verti	<u>45° Min.</u>	See Fastener Information			
Radio de giro mínimo	<u>0,42" (11 mm)</u>	<small>* Cálculo basado en carga concentrica</small>			
Valor de L/R	<u>200</u>	<small>* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</small>			
Carga Horizontal Máx	<u>1310 lbs (594 kg)</u>	Seismic Brace Assembly Detail			
Información de Sujetador					
Orientación de Sujetador	<u>NFPA Type B</u>				
Sujetador	<u>Bolt</u>				
Tipo	<u>3/8in. (10 mm)</u>				
Diámetro	<u>N/A</u>				
Carga Máxima	<u>1200 lbs (544 kg)</u>				
Prying Factor	<u>N/A</u>				
Identificación en Planes de Comp			Arriostamiento		
			Longitudinal []		4-Way [X]
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
<small>Cp = 0,9</small>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
4" (100 mm)	Sch. 10	20 ft (6,1 m)	20 ft (6,1 m)	11,78 lb/ft (17,53 kg/m)	236 lbs (107 kg)
Subtotal Weight					236 lbs (107 kg)
Wp (incl. 15%)					271 lbs (123 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)	Total (Fpw)		358 lbs (162 kg)
4"	Sch. 10	20	Maximum Fpw per 18.5.5.2		N/A

(TOLBrace™ Version 8)

Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement

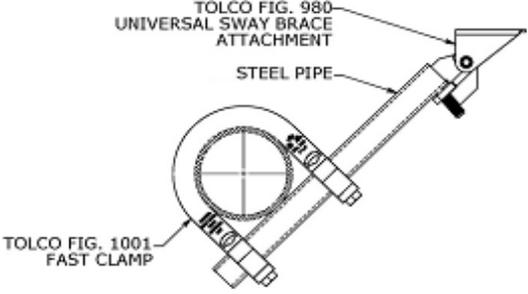
Soporte 4"LAT-01:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>		Contractor:			
<u>Reservado</u>		Address:			
<u>Reservado</u>		Phone:			
<u>Reservado</u>		Licence:			
Job # -		<small>Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13</small>			
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrio:	<u>7' 0" (2,134 m)</u>		Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada
Diameter of Brace	<u>1"</u>		Fig. 1001 Clamp	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Type of Brace	<u>Sch.40</u>		Fig.980 Universal Swivel	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Angulo desde el Verti	<u>45° Min.</u>		<small>See Fastener Information</small>		
Radio de giro minimo	<u>0,42" (11 mm)</u>		<small>* Cálculo basado en carga concentrada</small>		
Valor de L/R	<u>200</u>		<small>* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</small>		
Carga Horizontal Máx	<u>1310 lbs (594 kg)</u>		Seismic Brace Assembly Detail		
Información de Sujetador					
Orientación de Sujetador	<u>NFPA Type B</u>				
Sujetador					
Tipo	<u>Bolt</u>				
Diámetro	<u>1/2n. (12 mm)</u>				
Largo	<u>N/A</u>				
Carga Máxima	<u>2050 lbs (930 kg)</u>				
Prying Factor	<u>N/A</u>				
					
Identificación en Planes de Comp					
Tipo de Arriostamiento			<u>Longitudinal []</u>		<u>4-Way []</u>
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
<small>Cp = 0,9</small>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
4" (100 mm)	Sch. 10	22 ft (6,7 m)	22 ft (6,7 m)	11,78 lb/ft (17,53 kg/m)	259 lbs (117 kg)
2" (50 mm)	Sch. 40	109 ft (33,2 m)	109 ft (33,2 m)	5,13 lb/ft (7,63 kg/m)	559 lbs (254 kg)
Subtotal Weight					818 lbs (371 kg)
Wp (incl. 15%)					941 lbs (427 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)	Total (Fpw)		
4"	Sch. 10	22	1242 lbs (563 kg)		
Maximum Fpw per 18.5.5.2					1307 lb (592 kg)

(TOLBrace™ Version 8)

Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement

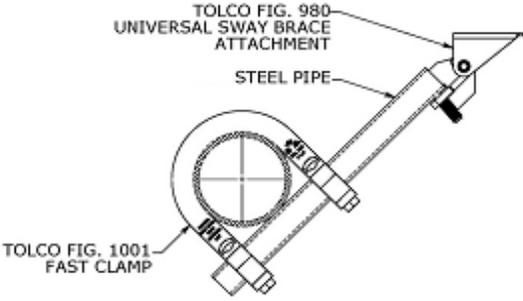
Soporte 4"LAT-02:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>		Contractor:			
<u>Reservado</u>		Address:			
<u>Reservado</u>		Phone:			
<u>Reservado</u>		Licence:			
Job # -		<small>Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13</small>			
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrios:	<u>7' 0" (2,134 m)</u>		Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada
Diameter of Brace	<u>1"</u>		Fig. 1001 Clamp	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Type of Brace	<u>Sch.40</u>		Fig.980 Universal Swivel	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Angulo desde el Verti	<u>45° Min.</u>		See Fastener Information		
Radio de giro minimo	<u>0,42" (11 mm)</u>		<small>* Cálculo basado en carga concentrada</small>		
Valor de L/R	<u>200</u>		<small>* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</small>		
Carga Horizontal Máx	<u>1310 lbs (594 kg)</u>		Seismic Brace Assembly Detail		
Información de Sujetador					
Orientación de Sujetador	<u>NFPA Type B</u>				
Sujetador					
Tipo	<u>Bolt</u>				
Diámetro	<u>3/8in. (10 mm)</u>				
Largo	<u>N/A</u>				
Carga Máxima	<u>1200 lbs (544 kg)</u>				
Prying Factor	<u>N/A</u>				
Identificación en Planes de Construcción					
Tipo de Arriostamiento			<u>Longitudinal []</u>		<u>4-Way []</u>
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
<small>Cp = <u>0,9</u></small>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
4" (100 mm)	Sch. 10	36 ft (11 m)	36 ft (11 m)	11,78 lb/ft (17,53 kg/m)	424 lbs (192 kg)
Subtotal Weight					424 lbs (192 kg)
Wp (incl. 15%)					488 lbs (221 kg)
Total (Fpw)					644 lbs (292 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)	Maximum Fpw per 18.5.5.2		769 lb (348 kg)
4"	Sch. 10	36			

(TOLBrace™ Version 8)

Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement

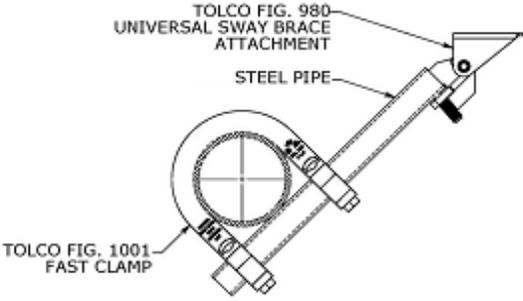
Soporte 4"LAT-03:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>		Contractor:			
<u>Reservado</u>		Address:			
<u>Reservado</u>		Phone:			
<u>Reservado</u>		Licence:			
Job # -		<small>Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13</small>			
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrio:	<u>7' 0" (2,134 m)</u>		Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada
Diameter of Brace	<u>1"</u>		Fig. 1001 Clamp	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Type of Brace	<u>Sch.40</u>		Fig.980 Universal Swivel	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Angulo desde el Verti	<u>45° Min.</u>		<small>See Fastener Information</small>		
Radio de giro minimo	<u>0,42" (11 mm)</u>		<small>* Cálculo basado en carga concentrica</small>		
Valor de L/R	<u>200</u>		<small>* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</small>		
Carga Horizontal Máx	<u>1310 lbs (594 kg)</u>		Seismic Brace Assembly Detail		
Información de Sujetador					
Orientación de Sujetador	<u>NFPA Type B</u>				
Sujetador					
Tipo	<u>Bolt</u>				
Diámetro	<u>3/8in. (10 mm)</u>				
Largo	<u>N/A</u>				
Carga Máxima	<u>1200 lbs (544 kg)</u>				
Prying Factor	<u>N/A</u>				
					
Identificación en Planes de Comp					
Tipo de Arriostamiento			Longitudinal []		4-Way []
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
<small>Cp = 0,9</small>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
4" (100 mm)	Sch. 10	36 ft (11 m)	36 ft (11 m)	11,78 lb/ft (17,53 kg/m)	424 lbs (192 kg)
Subtotal Weight					424 lbs (192 kg)
Wp (incl. 15%)					488 lbs (221 kg)
Total (Fpw)					644 lbs (292 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)	Maximum Fpw per 18.5.5.2		
4"	Sch. 10	36	769 lb (348 kg)		

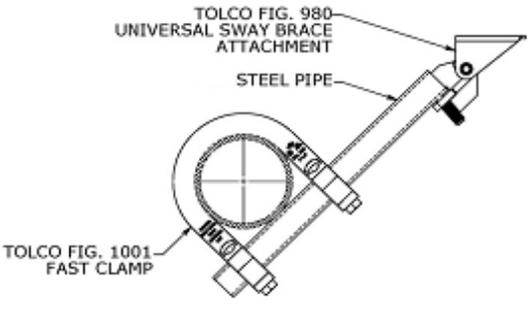
(TOLBrace™ Version 8)

Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement

Soporte 4"LAT-04:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>		Contractor:			
<u>Reservado</u>		Address:			
<u>Reservado</u>		Phone:			
<u>Reservado</u>		Licence:			
Job # -		<small>Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13</small>			
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrio:	<u>7' 0" (2,134 m)</u>		Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada
Diameter of Brace	<u>1"</u>		Fig. 1001 Clamp	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Type of Brace	<u>Sch.40</u>		Fig.980 Universal Swivel	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Angulo desde el Verti	<u>45° Min.</u>		<small>See Fastener Information</small>		
Radio de giro minimo	<u>0,42" (11 mm)</u>		<small>* Cálculo basado en carga concentrica</small>		
Valor de L/R	<u>200</u>		<small>* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</small>		
Carga Horizontal Máx	<u>1310 lbs (594 kg)</u>		Seismic Brace Assembly Detail		
Información de Sujetador					
Orientación de Sujetador	<u>NFPA Type B</u>				
Sujetador					
Tipo	<u>Bolt</u>				
Diámetro	<u>3/8in. (10 mm)</u>				
Largo	<u>N/A</u>				
Carga Máxima	<u>1200 lbs (544 kg)</u>				
Prying Factor	<u>N/A</u>				
					
Identificación en Planes de Comp					
Tipo de Arriostamiento			Longitudinal []		4-Way []
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
<small>Cp = 0,9</small>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
4" (100 mm)	Sch. 10	39 ft (11,9 m)	39 ft (11,9 m)	11,78 lb/ft (17,53 kg/m)	459 lbs (208 kg)
Subtotal Weight					459 lbs (208 kg)
Wp (incl. 15%)					528 lbs (239 kg)
Total (Fpw)					697 lbs (316 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)	Maximum Fpw per 18.5.5.2		
4"	Sch. 10	39	769 lb (348 kg)		
<small>(TOLBrace™ Version 8) Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement</small>					

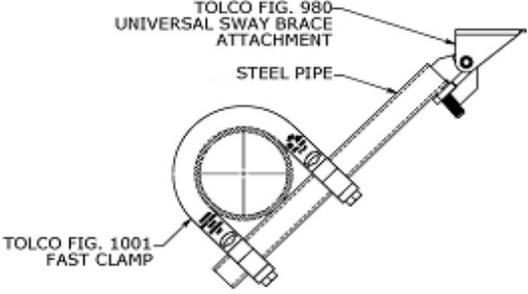
Soporte 4"LAT-05:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>		Contractor:			
<u>Reservado</u>		Address:			
<u>Reservado</u>		Phone:			
<u>Reservado</u>		Licence:			
Job # -		<small>Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13</small>			
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrio:	<u>7' 0" (2,134 m)</u>		Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada
Diameter of Brace	<u>1"</u>		Fig. 1001 Clamp	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Type of Brace	<u>Sch.40</u>		Fig.980 Universal Swivel	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Angulo desde el Verti	<u>45° Min.</u>		See Fastener Information		
Radio de giro mínimo	<u>0,42" (11 mm)</u>		<small>* Cálculo basado en carga concentrica</small>		
Valor de L/R	<u>200</u>		<small>* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</small>		
Carga Horizontal Máx	<u>1310 lbs (594 kg)</u>		Seismic Brace Assembly Detail		
					
Información de Sujetador					
Orientación de Sujetador	<u>NFPA Type B</u>				
Sujetador					
Tipo	<u>Bolt</u>				
Diámetro	<u>3/8in. (10 mm)</u>				
Largo	<u>N/A</u>				
Carga Máxima	<u>1200 lbs (544 kg)</u>				
Prying Factor	<u>N/A</u>				
Identificación en Planes de COMPAT-05					
Tipo de Arriostamiento			Longitudinal []		4-Way []
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
<small>Cp = 0,9</small>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
4" (100 mm)	Sch. 10	38 ft (11,6 m)	38 ft (11,6 m)	11,78 lb/ft (17,53 kg/m)	448 lbs (203 kg)
Subtotal Weight					448 lbs (203 kg)
Wp (incl. 15%)					515 lbs (234 kg)
Total (Fpw)					680 lbs (308 kg)
Maximum Fpw per 18.5.5.2					789 lb (348 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)			
4"	Sch. 10	38			

(TOLBrace™ Version 8)

Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement

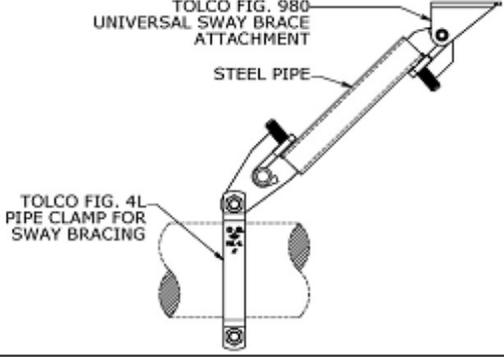
Soporte 4"LAT-06:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>		Contractor:			
<u>Reservado</u>		Address:			
<u>Reservado</u>		Phone:			
Job # -		Licence:			
Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13					
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrios: <u>7' 0" (2,134 m)</u>	Numero de Figura de		Listed Load	Carga Ajustada	
Diameter of Brace: <u>1"</u>	Fig. 1001 Clamp		2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)	
Type of Brace: <u>Sch.40</u>	Fig.980 Universal Swivel		2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)	
Angulo desde el Verti: <u>45° Min.</u>	See Fastener Information				
Radio de giro minimo: <u>0,42" (11 mm)</u>	* Cálculo basado en carga concentrada				
Valor de L/R: <u>200</u>	* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.				
Carga Horizontal Máx: <u>1310 lbs (594 kg)</u>	Seismic Brace Assembly Detail				
Información de Sujetador					
Orientación de Sujetador: <u>NFPA Type B</u>	Sujetador				
Tipo: <u>Bolt</u>	Tipo				
Diámetro: <u>3/8in. (10 mm)</u>	Diámetro				
Largo: <u>N/A</u>	Largo				
Carga Máxima: <u>1200 lbs (544 kg)</u>	Carga Máxima				
Prying Factor: <u>N/A</u>	Prying Factor				
Identificación en Planes de Construcción					
Tipo de Arriostamiento			Longitudinal []	4-Way []	
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
Cp = <u>0,9</u>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
4" (100 mm)	Sch. 10	28 ft (8,5 m)	28 ft (8,5 m)	11,78 lb/ft (17,53 kg/m)	330 lbs (150 kg)
Subtotal Weight					330 lbs (150 kg)
Wp (incl. 15%)					379 lbs (172 kg)
Total (Fpw)					501 lbs (227 kg)
Main Size <u>4"</u>	Type/Sch. <u>Sch. 10</u>	Spacing (ft) <u>28</u>	Maximum Fpw per 18.5.5.2		1071 lb (485 kg)

(TOLBrace™ Version 8)

Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement

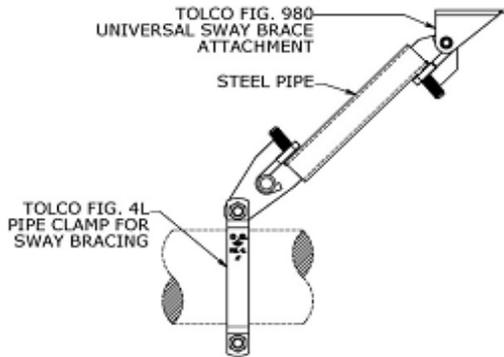
Soporte 4"LONG-01:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>		Contractor:			
<u>Reservado</u>		Address:			
<u>Reservado</u>		Phone:			
<u>Reservado</u>		Licence:			
Job # -		Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13			
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrio: <u>7' 0" (2,134 m)</u>	Numero de Figura de		Listed Load	Carga Ajustada	
Diameter of Brace <u>1"</u>	Fig. 4L Clamp		2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)	
Type of Brace <u>Sch.40</u>	Fig.980 Universal Swivel		2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)	
Angulo desde el Verti <u>45° Min.</u>	See Fastener Information				
Radio de giro mínimo <u>0,42" (11 mm)</u>	* Cálculo basado en carga concentrada				
Valor de L/R <u>200</u>	* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.				
Carga Horizontal Máx <u>1310 lbs (594 kg)</u>	Seismic Brace Assembly Detail				
					
Información de Sujetador					
Orientación de Sujetador <u>NFPA Type B</u>		Identificación en Planes de Comp <u>LONG-01</u>			
Sujetador		Tipo de Arriostamiento <u>Longitudinal [X] 4-Way []</u>			
Tipo <u>Bolt</u>					
Diámetro <u>1/2n. (12 mm)</u>					
Largo <u>N/A</u>					
Carga Máxima <u>2050 lbs (930 kg)</u>					
Prying Factor <u>N/A</u>					
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
Cp = <u>0,9</u>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
4" (100 mm)	Sch. 10	62 ft (18,9 m)	62 ft (18,9 m)	11,78 lb/ft (17,53 kg/m)	730 lbs (331 kg)
Subtotal Weight					730 lbs (331 kg)
Wp (incl. 15%)					839 lbs (381 kg)
Total (Fpw)					1108 lbs (503 kg)
Main Size <u>4"</u>	Type/Sch. <u>Sch. 10</u>	Spacing (ft) <u>62</u>	Maximum Fpw per 18.5.5.2 <u>N/A</u>		

(TOLBrace™ Version 8)

Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement

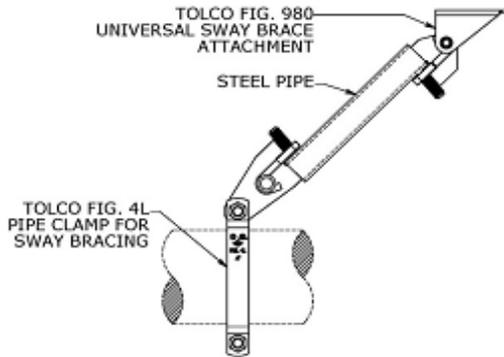
Soporte 4"LONG-02:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>		Contractor:			
<u>Reservado</u>		Address:			
<u>Reservado</u>		Phone:			
<u>Reservado</u>		Licence:			
Job # -		<small>Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13</small>			
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrio:	<u>7' 0" (2,134 m)</u>		Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada
Diameter of Brace	<u>1"</u>		Fig. 4L Clamp	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Type of Brace	<u>Sch.40</u>		Fig.980 Universal Swivel	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)
Angulo desde el Verti	<u>45° Min.</u>		See Fastener Information		
Radio de giro mínimo	<u>0,42" (11 mm)</u>		<small>* Cálculo basado en carga concentrada</small>		
Valor de L/R	<u>200</u>		<small>* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</small>		
Carga Horizontal Máx	<u>1310 lbs (594 kg)</u>		Seismic Brace Assembly Detail		
Información de Sujetador					
Orientación de Sujetador	<u>NFPA Type B</u>		Identificación en Planes de Compong-02		
Sujetador			Tipo de Arriostamiento		
Tipo	<u>Bolt</u>		Longitudinal [X] 4-Way []		
Diámetro	<u>3/8in. (10 mm)</u>				
Largo	<u>N/A</u>				
Carga Máxima	<u>1200 lbs (544 kg)</u>				
Prying Factor	<u>N/A</u>				
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
<small>Cp = 0,9</small>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
4" (100 mm)	Sch. 10	56 ft (17,1 m)	56 ft (17,1 m)	11,78 lb/ft (17,53 kg/m)	660 lbs (299 kg)
Subtotal Weight					660 lbs (299 kg)
Wp (incl. 15%)					759 lbs (344 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)	Total (Fpw)		1002 lbs (454 kg)
4"	Sch. 10	56	Maximum Fpw per 18.5.5.2		N/A

(TOLBrace™ Version 8)

Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement

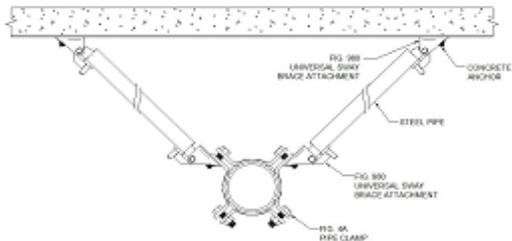
Soporte 4"LONG-03:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations					
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>		Contractor:			
<u>Reservado</u>		Address:			
<u>Reservado</u>		Phone:			
<u>Reservado</u>		Licence:			
Job # -		<small>Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13</small>			
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™		
Máximo Largo del Arrio:	<u>7' 0" (2,134 m)</u>	Numero de Figura de	Listed Load	Carga Ajustada	
Diameter of Brace	<u>1"</u>	Fig. 4L Clamp	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)	
Type of Brace	<u>Sch.40</u>	Fig.980 Universal Swivel	2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)	
Angulo desde el Verti	<u>45° Min.</u>	See Fastener Information			
Radio de giro mínimo	<u>0,42" (11 mm)</u>	<small>* Cálculo basado en carga concéntrica</small>			
Valor de L/R	<u>200</u>	<small>* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.</small>			
Carga Horizontal Máx	<u>1310 lbs (594 kg)</u>	Seismic Brace Assembly Detail			
					
Información de Sujetador					
Orientación de Sujetador	<u>NFPA Type B</u>				
Sujetador					
Tipo	<u>Bolt</u>				
Diámetro	<u>1/2n. (12 mm)</u>				
Largo	<u>N/A</u>				
Carga Máxima	<u>2050 lbs (930 kg)</u>				
Prying Factor	<u>N/A</u>				
Identificación en Planes de Compong-03					
Tipo de Arriostamiento			Longitudinal [X]		4-Way []
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)					
<small>Cp = 0,9</small>					
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight
4" (100 mm)	Sch. 10	73 ft (22,2 m)	73 ft (22,2 m)	11,78 lb/ft (17,53 kg/m)	860 lbs (390 kg)
Subtotal Weight					860 lbs (390 kg)
Wp (incl. 15%)					989 lbs (449 kg)
Main Size	Type/Sch.	Spacing (ft)	Total (Fpw)		1305 lbs (592 kg)
4"	Sch. 10	73	Maximum Fpw per 18.5.5.2		N/A

(TOLBrace™ Version 8)

Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement

Soporte 6"4Vías-01:

TOLBrace™ Seismic Bracing Calculations																							
Project Address: <u>Planta de Almacenamiento de Líquid</u>		Contractor:																					
<u>Reservado</u>		Address:																					
<u>Reservado</u>		Phone:																					
Job # -		Licence:																					
<small>Calculations based on 2019 NFPA Pamphlet #13</small>																							
Información de Arriostamiento sísmico			Componentes de TOLCO™																				
Máximo Largo del Arriost: <u>7' 0" (2,134 m)</u>	Numero de Figura de		Listed Load	Carga Ajustada																			
Diameter of Brace: <u>1"</u>	Fig. 4A Clamp		2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)																			
Type of Brace: <u>Sch.40</u>	Fig.980 Universal Swivel		2015 lbs (914 kg)	1425 lbs (646 kg)																			
Angulo desde el Verti: <u>45° Min.</u>	See Fastener Information																						
Radio de giro minimo: <u>0,42" (11 mm)</u>	* Cálculo basado en carga concentrada																						
Valor de L/R: <u>200</u>	* Por favor Nota: Estos cálculos son sólo para componentes TOLCO™. El uso de cualquier otro componente anulará estos cálculos y la inclusión de la asamblea.																						
Carga Horizontal Máx: <u>1310 lbs (594 kg)</u>	Seismic Brace Assembly Detail																						
Información de Sujetador																							
Orientación de Sujetador: <u>NFPA Type B</u>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center; padding: 5px;">Identificación en Planes de Componentes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Tipo</td> <td style="padding: 5px;"><u>Bolt</u></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Diámetro</td> <td style="padding: 5px;"><u>1/2n. (12 mm)</u></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Largo</td> <td style="padding: 5px;"><u>N/A</u></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Carga Máxima</td> <td style="padding: 5px;"><u>2050 lbs (930 kg)</u></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Prying Factor</td> <td style="padding: 5px;"><u>N/A</u></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </tbody> </table>					Identificación en Planes de Componentes			Tipo	<u>Bolt</u>		Diámetro	<u>1/2n. (12 mm)</u>		Largo	<u>N/A</u>		Carga Máxima	<u>2050 lbs (930 kg)</u>		Prying Factor	<u>N/A</u>	
Identificación en Planes de Componentes																							
Tipo	<u>Bolt</u>																						
Diámetro	<u>1/2n. (12 mm)</u>																						
Largo	<u>N/A</u>																						
Carga Máxima	<u>2050 lbs (930 kg)</u>																						
Prying Factor	<u>N/A</u>																						
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center; padding: 5px;">Tipo de Arriostamiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Longitudinal []</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">4-Way [X]</td> <td style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;"></td> </tr> </tbody> </table>			Tipo de Arriostamiento			Longitudinal []			4-Way [X]											
Tipo de Arriostamiento																							
Longitudinal []																							
4-Way [X]																							
Sprinkler System Load Calculation (Fpw = CpWp)																							
Cp = <u>0,9</u>																							
Diameter	Type	Length	Largo Total	Weight Per Unit Length	Total Weight																		
6" (150 mm)	Sch. 10	18 ft (5,5 m)	18 ft (5,5 m)	23,03 lb/ft (34,27 kg/m)	415 lbs (188 kg)																		
					Subtotal Weight	415 lbs (188 kg)																	
					Wp (incl. 15%)	477 lbs (216 kg)																	
Main Size					Total (Fpw)	630 lbs (286 kg)																	
6"	Sch. 10	18	Maximum Fpw per 18.5.5.2		N/A																		
<small>(TOLBrace™ Version 8) Use of TOLBrace™ is subject to terms and conditions per the end user license agreement</small>																							