

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



**“DISEÑO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN
CONTRA INCENDIOS PARA LOS TANQUES
DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE
DEL TERMINAL MONTEAZUL SUR -
MOLLENDO EL 2020”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGÍA

ANGEL JONATHAN YACILA ALVARADO

Callao, 2021

PERÚ

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Angel Jonathan Yacila Alvarado", written over a light blue rectangular background.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Angel Jonathan Yacila Alvarado", written over a light blue rectangular background.

(Resolución N° 063-2021-C.F. del 14 de abril de 2021)

LIBRO 001 FOLIO N° 062 ACTA N° 033 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA

Siendo las 22:18 horas, del día 16 de julio del 2021 en el Aula Virtual (google meet), <https://meet.google.com/ftc-bvra-wuh>, de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía de la Universidad Nacional del Callao, se reunieron los miembros del Jurado de Exposición de los Informes Finales de Trabajo de Suficiencia Profesional del II Ciclo Taller para Titulación por Modalidad de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional conformado por los siguientes docentes:

➤ PRESIDENTE	:	Dr. José Hugo Tezén Campos
➤ SECRETARIO	:	Ing. Lucio Carlos Lozano Ricci
➤ VOCAL	:	Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez
➤ SUPLENTE	:	Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias

Designados por Resolución de Consejo de Facultad N° 066-2021-CF-FIME de fecha 15.07.2021, a fin de proceder al acto de evaluación del Informe titulado "**DISEÑO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PARA LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DEL TERMINAL MONTEAZUL SUR - MOLLENDO EL 2020**", presentado por el Señor Bachiller YACILA ALVARADO, ANGEL JONATHAN.

Así mismo, contando con la presencia de Dr. AUGUSTO CARO ANCHAY (Supervisor General), Mg. TEODOMIRO SANTOS FLORES (Supervisor de la FIME), y el ING. JOSÉ LUIS HUMBERTO URRUTIA TICONA, Miembro de la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía (Representante de la Comisión de Grados y Títulos).

A continuación, se dio inicio a la exposición del II Ciclo Taller de Titulación de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional 2021 de acuerdo a lo normado en los numerales del 10.1 al 10.4 del capítulo X de la Directiva para la Titulación Profesional por la modalidad de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional en la Universidad Nacional del Callao, aprobada por Resolución Rectoral N° 754-2013-R del 21 de agosto de 2013, modificada por la Resolución Rectoral N° 777-2013-R de fecha 29 de Agosto de 2013 y la Resolución Rectoral N° 281-2014-R del 14 de Abril de 2014 con la que se modifica el Art. 4.5 del capítulo IV de la organización del Ciclo Taller de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, así como lo normado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional del Callao, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018-CU de fecha 30 de octubre de 2018.

Culminado el acto de sustentación, los señores miembros del Jurado de Sustentación Procedieron a formular las preguntas al in dicado bachiller.

Luego de un acuerdo de intermedio, para la deliberación en privado del Jurado respecto a la evaluación del Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, este jurado ACORDÓ: CALIFICAR el Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional, expuesto por el señor bachiller YACILA ALVARADO, ANGEL JONATHAN, para optar el Título Profesional de **Ingeniero en Energía** por la modalidad de Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional según la puntuación cuantitativa y cualitativa que a continuación se indica:

CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUALITATIVA
16	MUY BUENO

Con lo que se da por concluido el acto, siendo las **22:41hrs** del día **16** de **Julio** del **2021**.

En señal de conformidad con lo actuado, firman la presente acta.

Se dio por cerrada la Sesión a las **22:44 horas** del día **16** de **julio** del **2021**.

Dr. José Hugo Tezén Campos
Presidente de Jurado

Ing. Lucio Carlos Lozano Ricci
Secretario de Jurado

Mg. Juan Guillermo Mancco Pérez
Vocal

Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias
Suplente

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA
Jurado Evaluador en las Exposiciones de los Informes de Trabajo de Suficiencia
Profesional

I N F O R M E

Visto el *Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional* titulado **"DISEÑO DE SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PARA LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE DEL TERMINAL MONTEAZUL SUR - MOLLEDO EL 2020"** presentado por el(la) Bachiller de Ingeniería en Energía **YACILA ALVARADO, Ángel Jonathan**.

A QUIEN CORRESPONDA:

El *Presidente del Jurado Evaluador en las Exposiciones de los Informes de Trabajo de Suficiencia Profesional*, manifiesta que la exposición del Informe se realizó el día Viernes 16 de Julio del 2021 a las 22:18, no habiendo observaciones ni correcciones que incluir, el mismo que en su oportunidad fue cuidadosamente evaluado por cada uno de los miembros del Jurado Evaluador, no presentando ninguna observación en su estructura metodológica y contenido temático.

Se emite el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 16 de Julio del 2021.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
II Ciclo Taller de Titulación por Modalidad de Exposición de
Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional

Dr. JOSE HUGO TEZEN CAMPOS
PRESIDENTE JURADO EVALUADOR

ÍNDICE

ÍNDICE	2
I. ASPECTOS GENERALES	6
1.1. Objetivos	6
1.1.1. Objetivo General	6
1.1.2. Objetivos Específicos	6
II. Organización de la empresa o institución	7
2.1 Reseña Histórica	7
2.2 Declaraciones Estratégicas	8
2.2.1. Misión	8
2.2.2. Visión	8
2.2.3. Valores	8
2.2.4. Fortaleza	9
2.2.5. Políticas de Calidad	9
2.2.6. Políticas de HSSE	10
2.3 Organigrama	12
2.4 Descripción de Puesto	13
III. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	14
3.1. Introducción	14
3.2. Antecedentes	15
3.2.1. Antecedentes Nacionales	15
3.2.2. Antecedentes Internacionales	16
3.3. Marco Teórico	17
3.3.1. Glosario	17
3.3.2. Principios Teóricos	20
3.3.3. Principios Normativos	21
3.4. Descripción de las actividades desarrolladas.	26
IV. APORTES REALIZADOS	57
V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	58
5.1. Discusiones	58
5.2. Conclusiones	59

VI. RECOMENDACIONES	61
VII. BIBLIOGRAFIA	62
ANEXOS	65
Anexo A. Cálculo de parámetros de operación mínimos de los sistemas de enfriamiento y extinción de incendios.	65
Anexo B. Determinación de diámetros de anillos	67
Anexo C. Modelo hidráulico – cubeto N°4	68
Anexo D. Cálculo hidráulico en Fathom 10.0 - escenario de incendio de tanque TK-41	73
Anexo E. Curva de bomba existente	81
Anexo F. Datos técnicos cámaras de espuma	84
Anexo G: Datos técnicos boquillas aspersoras	86
Anexo H. Datos técnicos hidrantes	87
Anexo I. Datos técnicos monitor y boquillas autoeductoras y para enfriamiento	88
Anexo J. Datos técnicos de tubería de PVC C900	91
Anexo K. Datos técnicos de tanque bladder y Proporcionador	92
Anexo L. Datos técnicos de válvula de diluvio	94
Anexo M. P&ID sistema de enfriamiento	95
Anexo N. P&ID sistema de extinción de incendios	96
Anexo O. Plano de arreglo general del sistema de enfriamiento y extinción de incendios	97
Anexo P. Plano de arreglo general, cortes y elevaciones del sistema de enfriamiento y extinción de incendios - tanque 41	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Número mínimo de salidas de descarga	23
Tabla 2 Rate de aplicación de espuma en salidas fijas	24
Tabla 3 Protección con descarga fija de espuma encima del sello para tanques de techo flotante	25

Tabla 4	Número de chorros suplementarios	25
Tabla 5	Tiempo de operación de chorro suplementarios	26
Tabla 6	Tanques Ubicados en Cubetos N° 4	27
Tabla 7	Tanque de Almacenamiento de Agua Contra Incendio	27
Tabla 8	Bombas Contra Incendio	28
Tabla 9	Escenarios de Diseño y Equipos Activados	28
Tabla 10	Parámetros Mínimos para el Cálculo Hidráulico - Sistema de Enfriamiento	36
Tabla 11	Parámetros Mínimos de Operación	39
Tabla 12	Aplicación de Espuma Suplementaria	40
Tabla 13	Validación de Parámetros del Sistema de Espuma Calculados por Software	42
Tabla 14	Validación de Parámetros del Sistema de Enfriamiento Calculados por Software	43
Tabla 15	Red Troncal	44
Tabla 16	Equipos de Sistema de Extinción	44
Tabla 17	Resumen de Configuración de Montantes - Sistema de Espuma	45
Tabla 18	Resumen de Configuración de Montantes - Sistema de Enfriamiento	46
Tabla 19	Resumen de Monitores	47
Tabla 20	Boquillas para Agua y Autoeductotas	48
Tabla 21	Hidrantes	49
Tabla 22	Casetas de Mangueras	50
Tabla 23	Cantidad de Válvulas para Hidrantes y Monitores	50
Tabla 24	Cantidad de Válvulas para Hidrantes y Monitores	51
Tabla 25	Descarga de Bomba por Escenario	52
Tabla 26	Tiempo de Actuación de Sistema de Enfriamiento y Extinción de Incendios	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Organigrama de Ingeniería Him Proyectos y Consultorías S.A.C.	12
-----------------	---	----

Figura 2	Perfil de Descarga de Agua del Aspersor	30
Figura 3	Lista de Aspersores con Certificación UL y FM	32
Figura 4	Distribución de Boquillas	35
Figura 5	Esquema de Simulación	41

I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de protección contra incendio para los tanques de almacenamiento de combustibles que se instalarán en el cubeto 4 del Terminal MONTEAZUL SUR – MOLLENDO en el 2020.

1.1.2. Objetivos Específicos

Aplicar la normativa nacional y los estándares internacionales como medio de control de riesgos para el diseño de un sistema de protección contra incendio para los tanques de almacenamiento de combustibles que se instalarán en el cubeto 4 del Terminal MONTEAZUL SUR – MOLLENDO en el 2020.

Identificar los escenarios de riesgos para realizar el diseño un sistema de protección contra incendio para los tanques de almacenamiento de combustibles que se instalarán en el cubeto 4 del Terminal MONTEAZUL SUR – MOLLENDO en el 2020.

Diseñar el modelo hidráulico del sistema de protección contra incendios para los tanques de almacenamiento de combustible que se instalarán en el cubeto 4 del Terminal MONTEAZUL SUR – MOLLENDO en el 2020.

Seleccionar los equipos del sistema de protección contra incendio para los tanques de almacenamiento de combustible que se instalarán en el cubeto 4 del Terminal MONTEAZUL SUR – MOLLENDO en el 2020.

II. Organización de la empresa o institución

2.1 Reseña Histórica

HIM Proyectos y consultorías S.A.C. fue fundado en el año 2009 teniendo como actual dirección fiscal Cal. Aldabas Nro. 627, Urb. Las Gardenias, Santiago de Surco.

HIM Proyectos y Consultorías SAC – HIMSAC, es una empresa que cimienta sus bases en la firmeza de su honestidad, trabajando incesantemente en la búsqueda de una mejora y superación constante. Vinculando la responsabilidad y el profesionalismo que caracteriza nuestros servicios, asumimos el compromiso de crear un medio de soluciones, el que consideramos se convertirá en una excelente alternativa al momento de elegir un estudio de seguridad e ingeniería. Contamos con 02 unidades de servicios para la atención de nuestros clientes: - Unidad de Hidrocarburos y sus Derivados: especializada en el desarrollo de ingeniería conceptual, básica y detalle para toda la cadena de hidrocarburos, Estaciones de Compresión de GN, Refinerías de Petróleo, Plantas de Procesamiento de GN, Terminales de Abastecimiento, Plantas de Venta en Aeropuertos, Comercializadores de Combustibles de Aviación, Plantas de Almacenamiento de Lubricantes, Estaciones de Servicio, Consumidores Directos, etc. - Unidad de Seguridad y Protección Contra Incendios: especializada en el desarrollo de estudios de seguridad (análisis de riesgos HAZID, HAZOP, QRA, etc.) e ingeniería para sistemas de protección contra incendio a nivel conceptual, básica y detalle.

Las principales características de la empresa son:

- Razón Social: HIM Proyectos y consultorías S.A.C.
- RUC: 20537149192
- Oficina Principal: Cal. Aldabas Nro. 627, Urb. Las Gardenias, Santiago de Surco.
- Email: info@himcsac.com

2.2 Declaraciones Estratégicas

2.2.1. Misión

Prestar servicios de ingeniería, consultoría y asesoría, superando las expectativas establecidas por nuestros clientes en calidad, seguridad y tiempo.

2.2.2. Visión

Ser punto de referencia en la gestión de proyectos, empleando tecnologías de vanguardia, promoviendo el desarrollo y poder integral de nuestro recurso humano.

2.2.3. Valores

Compromiso: HIM Proyectos y consultorías S.A.C. está comprometido con cada proyecto que realiza, demostrando la entrega y dedicación de su trabajos asegurando la confianza de cada cliente.

Ética: HIM Proyectos y consultorías S.A.C. cumple con la normativa de naturaleza moral estableciendo valores, normas y principios en cada proyecto desarrollado.

Responsabilidad: HIM Proyectos y consultorías S.A.C. tiene como principal virtud el compromiso con sus clientes y colaboradores entablando una relación enfocada en la confianza en cada proyecto.

Seguridad: HIM Proyectos y consultorías S.A.C. está comprometido con cada norma de seguridad y reglamentos internos, con la finalidad de brindar un trabajo seguro a cada uno de sus trabajadores.

Profesionalismo: HIM Proyectos y consultorías S.A.C. se considera una empresa que se caracteriza por su nivel profesional y las relaciones que forman con sus clientes asegurando tiempos de entrega y total transparencia en cada acuerdo y proyecto desarrollado.

2.2.4. Fortaleza

Nuestra fortaleza, es nuestro equipo humano, personas a las cuales nos orientamos en su aprendizaje constante y un adecuado clima laboral el cual fomenta el diálogo y el trabajo en equipo. Alineamos los objetivos individuales con los empresariales para mantener la pasión por lo que hacemos.

2.2.5. Políticas de Calidad

HIM Proyectos y consultorías S.A.C. Es una compañía dedicada a la consultoría, ingeniería y construcción de proyectos para el sector de Petróleo, Gas y Minero; siendo capaces de realizar ingeniería conceptual, básica, detalle y construcción en los procesos de exploración, producción, transporte, almacenamiento y venta de hidrocarburos; así como la supervisión y acompañamiento en la construcción, PRECOMISIONADO, COMISIONADO, puesta en marcha y HAND OVER en plantas.

Y para ello establecemos los siguientes compromisos de CALIDAD:

- Cumplir con los requisitos de nuestros clientes para lograr su máxima satisfacción.
- Hacer cumplir los planes de los proyectos que se encuentren ejecutando a través de un gerenciamiento efectivo, soportado en las buenas prácticas profesionales de la Industria y en base a los Fundamentos del Project Management Institute, para garantizar de esta manera el cumplimiento de los requisitos de nuestros clientes.
- Brindar formación a nuestros colaboradores para obtener un buen desempeño.
- Con el apoyo de nuestros colaboradores mejorar continuamente nuestros procesos.

2.2.6. Políticas de HSSE

HIM Proyectos y consultorías S.A.C. es una compañía dedicada a la Consultoría, Ingeniería y Construcción de Proyectos para el Sector de Petróleo, Gas y Minero; siendo capaces de realizar Ingeniería conceptual, básica, detalle y construcción en los procesos de exploración, producción, transporte, almacenamiento y venta de hidrocarburos; así como la supervisión y acompañamiento en la construcción, pre comisionado, comisionado, puesta en marcha y hand over en plantas.

Y para ello establecemos los siguientes compromisos de Seguridad, Salud en el Trabajo y Medio Ambiente:

- Implementar planes de acciones preventivos y correctivos en la identificación, evaluación y control de los riesgos y aspectos ambientales de nuestras actividades, que afecten la seguridad y

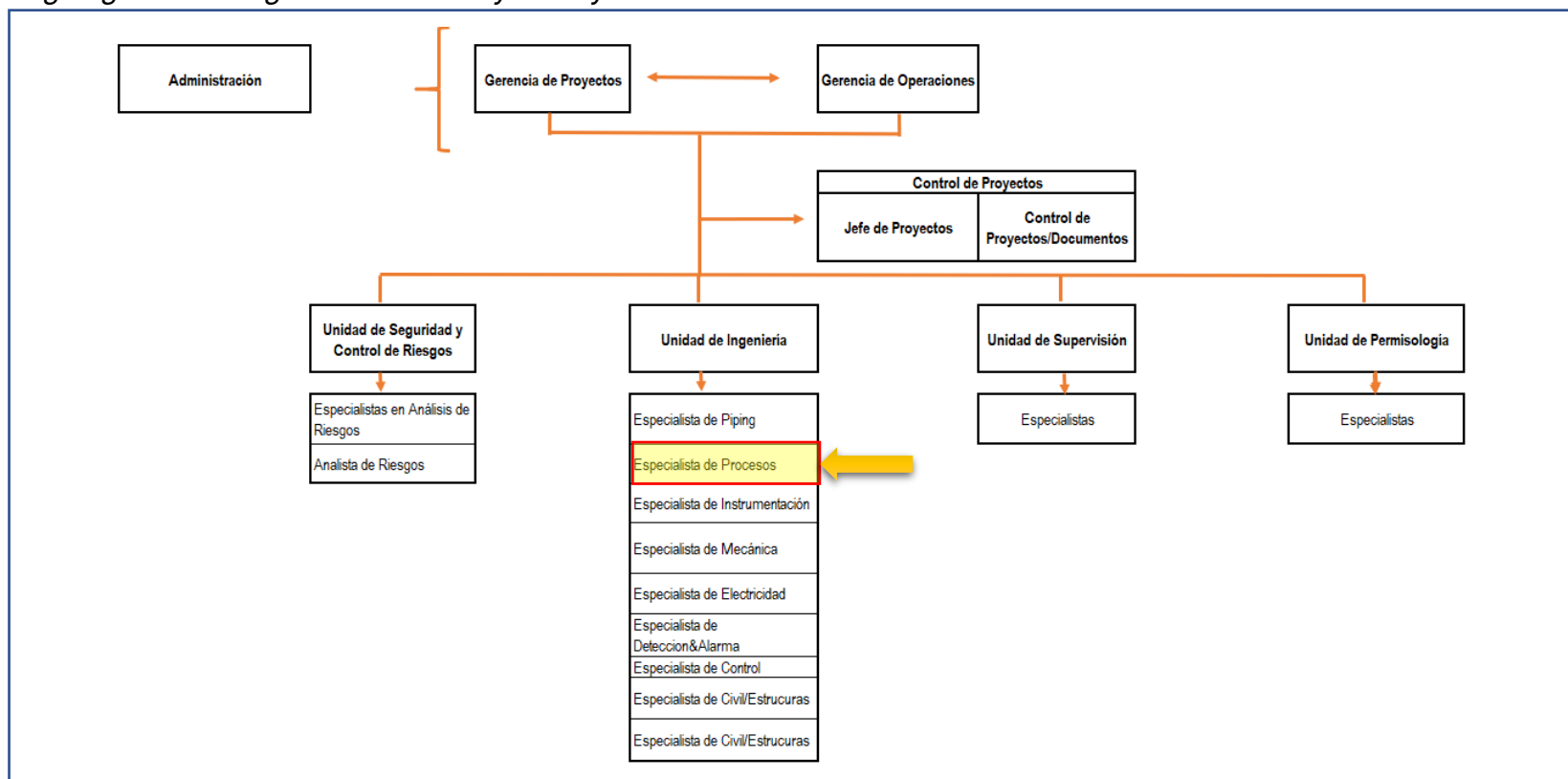
salud de las personas, al medio ambiente, a los activos de la empresa o la ejecución normal de nuestros procesos.

- Ejecutar planes de sensibilización y capacitación en seguridad, salud y medio ambiente para elevar el nivel de responsabilidad de nuestros colaboradores.
- Conducir todas las actividades de una manera responsable, considerando que los recursos naturales deben preservarse para lograr mejores condiciones de vida ahora y en el futuro.
- Integrar la gestión de la seguridad, salud y medio ambiente en todos los procesos de la organización, manteniendo un ambiente seguro, eficiente, grato y saludable para sus colaboradores, contratistas, proveedores y clientes.
- Promover la mejora continua del Sistema de Gestión de Seguridad, Salud en el Trabajo y Medio Ambiente; apoyándonos en los avances tecnológicos y científicos aplicables a nuestras actividades.

2.3 Organigrama

Figura 1

Organigrama de Ingeniería Him Proyectos y Consultorías S.A.C.



Nota: Fuente: Manual del Colaborador - HIMSAC, 2020.

2.4 Descripción de Puesto

Especialista de Procesos: El especialista de Procesos, es el profesional responsable de los proyectos relacionados con la especialidad de procesos y sistemas contra incendios. Teniendo como principales actividades:

- Realizar, revisar y aprobar todos los documentos relacionados con el diseño de sistemas hidráulicos, térmicos, neumáticos, de Gas Natural y GLP.
- Realizar, revisar y aprobar todos los documentos relacionados con el dimensionamiento y selección de bombas, compresores, tanques atmosféricos y de presión, intercambiadores de calor, calderas, recuperadores de vapor de hidrocarburos.
- Realizar, revisar y aprobar todos los documentos relacionados con el dimensionamiento de tuberías de hidrocarburos líquidos, gaseosos, bifásicos y trifásicos.
- Realizar, revisar y aprobar balances de materia y energía de los procesos relacionados con la explotación, producción, almacenamiento y distribución de hidrocarburos; incluyendo las facilidades.
- **Realizar, revisar y aprobar todos los documentos relacionados con el diseño de sistemas de protección contra incendios para plantas de almacenamiento de hidrocarburos.**

III. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

3.1. Introducción

La industria del petróleo es sin duda una de las más importantes a nivel mundial. Tras la extracción del crudo, el proceso de Refinación produce una variedad de productos, desde gases licuados como el propano o el butano hasta productos para producir plásticos o asfaltos, pasando obviamente por combustibles como diésel, gasolinas, gasóleos o kerosenos.

Dentro de la industria del petróleo, los Terminales cuentan con instalaciones para la recepción, almacenamiento, trasiego, carga y distribución de productos que juegan un papel muy importante en el sector hidrocarburos.

La empresa Monte Azul Sur, ha construido el Terminal de Mollendo, el cual está instalado en un terreno de 90 mil m² y cuenta en su primera etapa operativa con una capacidad de almacenamiento neta de 572 mil barriles, repartidos en 11 tanques construidos bajo norma API-650. Además, posee la aprobación de estudios ambientales, que le permitirán ampliar su capacidad hasta 1 millón de barriles, adaptándose así al crecimiento de la demanda de combustibles en la Macro Región Sur del Perú.

Debido a que el Terminal de Mollendo cuenta con una proyección de ampliación de la capacidad de almacenamiento, la empresa Monte Azul viene desarrollando la ingeniería de los nuevos tanques de almacenamiento y las facilidades necesarias para la recepción y despacho de producto.

En este contexto la empresa Monte Azul contrata los servicios especializados en protección contra incendios de la empresa HIM

Proyectos y Consultorías SAC, por su amplio conocimiento en el rubro y su reconocida experiencia en proyectos similares.

Para tal efecto se realizará el diseño del sistema contra incendios para la proyección de los tanques del Terminal de Mollendo, basándose en la Legislación Nacional y reconocidos Estándares Internacionales.

La proyección de los tanques dispondrá:

- Protección contra incendios y sistemas de extinción de incendios adaptados a las características de los combustibles.
 - Sistemas de enfriamiento para tanques de almacenamiento de hidrocarburos.
 - Sistema de extinción de incendios mediante espuma para tanques de almacenamiento de hidrocarburos.

3.2. Antecedentes

3.2.1. Antecedentes Nacionales

- Mendoza Bruno, Lesly, 2014, en su tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero en Energía, titulada: “Diseño Hidráulico de un Sistema de Protección Contra Incendio para el Patio de Tanques de Almacenamiento de Diésel B5 – Unidad Minera Toquepala”, el cual describe el diseño hidráulico de un Sistema de Protección Contra Incendio adecuado para atender los escenarios de incendio posibles de ocurrir en el nuevo patio de tanques de almacenamiento y así proporcionar un nivel razonable de protección a la vida, a las instalaciones y al medio ambiente.
- Pablo León, Maynor, 2017, en su informe de Experiencia Laboral para optar el título profesional de ingeniero en energía, titulado: “Mejoramiento del Sistema de Enfriamiento de Protección Contra

Incendio de 4000 gpm para la Planta de Almacenamiento de Hidrocarburos. Terminal Supe”, propone establecer los parámetros normativos requeridos del sistema de enfriamiento de protección contra incendio; mediante la determinación de los escenarios de diseño que considera los escenarios más críticos del estudio de riesgo.

- Aguirre Vargas, María del Rosario y Grimaldo Valencia Luis Angel, 2004, en su tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos, titulada: “Diseño Hidráulico de Sistemas Contra Incendio Mediante Simulación Numérica”, en el cual pretende hacer un estudio de los sistemas de rociadores automáticos, desde el cálculo hidráulico y dimensionamiento de redes hasta los aspectos técnicos de dicho sistema.

3.2.2. Antecedentes Internacionales

- Albán Aráuz, Christian, 2006, en su tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico, titulada: “Diseño de un Sistema Contra Incendio para Tanques de Almacenamiento de Diésel para la Empresa Termopichincha Central Santa Rosa”, el cual propone realizar el diseño de un sistema contra incendio destinada para el área de almacenamiento de combustible el cual será regido por normas internacionales de manejo, transporte y almacenamiento de combustible, que se denominan NFPA.
- Carrión Porras, Johana y Piruch Tsawant, Alex, 2009, en su tesis para optar el Título Profesional de Ingenieros en Petróleos, titulada: “Actualización del Sistema Contra Incendio de la Estación de Producción Shushufindi Central de Petroproducción”, el cual propone el estudio y planeamiento de solución del Sistema Contra Incendios de la Estación de Producción Shushufindi Central, la misma al igual que todas las estaciones de producción de petróleo, está expuesta a

riesgos potenciales de incendios por el tipo de operaciones con líquidos inflamables que en ellas existen.

- Fernández Daza, Pedro, 2015, en su tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, titulada: “Sistema de Protección Contra Incendios de un Terminal de Almacenamiento de Hidrocarburos”, el cual propone una implantación general para la planta que se adapte de la forma más óptima posible al área disponible del terreno de acuerdo a las normativas de protección contra incendios correspondientes.

3.3. Marco Teórico

3.3.1. Glosario

Aprobado: Aceptable por la autoridad competente. (NFPA 15, 2017).

Instalación de Hidrocarburos: Planta, local, estructura, equipo o embarcación, utilizados para buscar, extraer, producir, refinar, procesar, almacenar, transportar, distribuir y comercializar Hidrocarburos. Dentro de las Instalaciones de Hidrocarburos se comprende a los emplazamientos en superficie y en subsuelo, en el zócalo continental o mar adentro. (D.S. 043-2007-EM).

Hidrante: Dispositivo hidráulico de lucha contra incendios constituido esencialmente por un conjunto de válvulas y racores, conectado a la red de distribución de agua y destinado a suministrar agua en caso de incendio. (NFPA 24, 2016).

Monitor: Es un equipo de lucha contra incendios, conectado, normalmente, a un hidrante y destinado a suministrar agua y/o espuma en caso de incendio. (D.S. 052-1993-EM).

Líquido: Cualquier material que posee una fluidez mayor que el asfalto de penetración 300 al ser ensayado de acuerdo con la norma ASTM D 5. (NFPA 30, 2015).

Líquido Clase I: Cualquier líquido que posee un punto de inflamación de copa cerrada por debajo de 37,8°C y una presión de vapor Reid que no supere los 2068,6 mm Hg abs. a 37,8°C, determinado de acuerdo con el ensayo ASTM D 323. (NFPA 30, 2015).

Líquidos Clase IA: incluirán aquellos líquidos que poseen puntos de inflamación por debajo de 22,8°C y puntos de ebullición por debajo de 37,8°C. (NFPA 30, 2015).

Líquidos Clase IB: incluirán aquellos líquidos que poseen puntos de inflamación por debajo de 22,8°C y cuyos puntos de ebullición son iguales o superiores a 37,8°C. (NFPA 30, 2015).

Líquidos Clase IC: incluirán aquellos líquidos cuyos puntos de inflamación son 22,8°C o superiores, pero inferiores a 37,8°C. (NFPA 30, 2015).

Líquido Clase II: Cualquier líquido que posee un punto de inflamación igual o superior a 37,8°C e inferior a 60°C. (NFPA 30, 2015).

Punto de Inflamación: La temperatura mínima de un líquido a la cual se desprende suficiente vapor para formar una mezcla inflamable con el aire, cerca de la superficie del líquido o dentro del envase usado, como se determine por la metodología de prueba apropiada y los aparatos especificados. (NFPA 30, 2015).

Listado: Equipo, materiales o servicios incluidos en una lista publicada por una organización aceptable a la autoridad competente y encargada de evaluación de productos o servicios, que mantenga inspección periódica de la producción de los equipos o materiales listados o evaluación de los servicios y cuyo listado indique que dicho

servicio o material cumple con las normas apropiadas. (NFPA 24, 2016).

Régimen de aplicación: Densidad de descarga de agua sobre un área o superficie en litros por minuto por metro cuadrado (lpm/m²). (NFPA 15, 2017).

Sistema de agua de enfriamiento: Sistema de agua pulverizada compuesto por boquillas de extinción abiertas (toberas) a través de las cuales se produce, en caso de fuego, la descarga de grandes cantidades de agua sobre el área o equipo a proteger. Se usa el agua proyectada por dichas toberas en patrones de descarga, tamaño de partículas, velocidad de las gotas y densidades predeterminadas para lograr el control de un incendio, su extinción, prevención o protección a la exposición. El sistema distribuye el agua por unas líneas de tuberías y es accionado por una válvula de control. (NFPA 15, 2017).

Tanque: Recipiente diseñado para soportar una presión interna manométrica entre 0 y 98 kPa. (D.S. 052-93-EM).

Tanque atmosférico techo fijo: Aquel que puede tener techo autoportado o por columnas, la superficie del techo puede tener forma de domo o cono. El Tanque opera con un espacio para los vapores, el cual cambia cuando varía el nivel de los líquidos. El Tanque de techo fijo es usado para almacenar líquidos en razón a que no es exigido. (D.S. 032-2002-EM).

Terminal: Un lugar en la propiedad donde se reciben los líquidos en recipientes, tanques tuberías, carrotanques o autotanques y se almacenan o mezclan a granel con el fin de distribuir estos líquidos en contenedores, tanques, tuberías, carrotanques o autotanques, tanques portátiles o contenedores. (NFPA 25, 2016).

Dique o muro contra incendio: Elemento de altura apropiada destinada a contener derrames de líquidos, construido de concreto, tierra o cualquier otro material impermeable. (D.S. 052-1993-EM).

Sistema de espuma: Sistema constituido por un dispositivo de dosificación / mezcla de espumógeno y agua, unas líneas de tuberías para espumante, un dispositivo de generación de espuma y boquillas o vertederos de descarga de espuma. (NFPA 11, 2016).

3.3.2. Principios Teóricos

Teorema de Bernoulli

El teorema de Bernoulli expresa la ley física de conservación de energía aplicada a problemas de flujo de fluido incompresible. El teorema puede ser definido como sigue: "En flujo estable sin fricción, la suma de la cabeza de velocidad, cabeza de presión y cabeza de elevación es constante para cualquier partícula de fluido incompresible a lo largo de su curso". En otras palabras, la presión total es la misma en todas las ubicaciones dentro del sistema.

Nótese que, en el teorema de Bernoulli, todos los términos de cabeza individual, por ejemplo, cabeza de velocidad, cabeza de presión, cabeza de elevación y pérdida de cabeza, son expresadas en metros (m). Cuando son usadas velocidades en metro por segundo (m/s) y presión manométrica en Kpa.

Teorema de Bernoulli Expresado Matemáticamente

Los sistemas reales no son los de menor fricción, sin embargo, en la práctica, son explicables las pérdidas debidas a la fricción de la tubería y a otros factores. Expresado matemáticamente, el teorema de Bernoulli, cuando es aplicado a las ubicaciones A y B. (Crane, Flujo de Fluidos, 2010).

$$\frac{V_A^2}{2g} + \frac{P_A}{\gamma} + Z_A = \frac{V_B^2}{2g} + \frac{P_B}{\gamma} + Z_B + h_{AB} \dots (3.1)$$

Donde:

V_A = Velocidad promedio del fluido en un determinado punto.

g = Aceleración de la gravedad.

P_A = Presión del fluido en un determinado punto.

γ = Peso específico del fluido.

Z_A = Elevación del fluido en un determinado punto.

h_{AB} = Pérdida de presión por fricción y accesorios a través del recorrido del fluido desde el punto A hasta el punto B.

Cálculo de pérdidas en tuberías

En la actualidad dependiendo la aplicación se cuenta con diversas herramientas para determinar las pérdidas de presión en sistemas de tuberías.

Normativamente para el diseño de sistemas contra incendio se debe de utilizar la fórmula de Hazen Williams, la cual es la siguiente.

$$p_m = 6.05 \times \left(\frac{Q_m^{1.85}}{C^{1.85} \times d_m^{4.87}} \right) \times 10^5 \dots (3.2)$$

Donde:

p_m = Resistencia a la fricción (bar/m de tubería).

Q_m = Flujo (l/min).

C = Coeficiente de pérdida por fricción.

d_m = diámetro interno de la tubería (m).

3.3.3. Principios Normativos

Sistema de Agua de Enfriamiento

- Toda instalación para almacenamiento de hidrocarburos debe tener un sistema de agua para enfriamiento. La capacidad de agua

contra incendio de una instalación se basa en lo mínimo requerido para aplicar espuma y extinguir un incendio en el mayor tanque más la cantidad de agua necesaria para enfriar los tanques adyacentes que se encuentran en el cuadrante expuesto al lado de sotavento de dicho tanque de acuerdo a las normas NFPA aplicables. (Artículo 86, D.S. 052-1993-EM).

- Cuando el suministro de agua de la red pública no es suficiente, en cantidad de agua y en presión se preverá almacenamiento de agua con sus bombas contra incendio. Se deberá asegurar un abastecimiento de por lo menos cuatro horas de agua al régimen de diseño al mayor riesgo. (Artículo 87, D.S. 052-1993-EM).
- En el techo de los tanques de líquidos Clase I y II con más de 1,000 metros cúbicos de capacidad, deberá existir un dispositivo rociador para su enfriamiento, cuando por cualquier motivo la temperatura se eleve de una forma anormal (en virtud de un incendio cercano, por ejemplo). (Inciso c, artículo 88, D.S. 052-1993-EM).
- Los sistemas generales de prevención y extinción de incendios en las Instalaciones para Almacenamiento de Hidrocarburos, podrán ser fijos, móviles, portátiles, o en combinación, en calidad y cantidad que obedezcan el mayor riesgo individual posible, de acuerdo con las normas NFPA 10, 11, 11c, 16 y a lo que el Estudio de Riesgos indique en cada caso. (Artículo 89, D.S. 052-1993-EM).
- Los requerimientos mínimos para los sistemas de agua de enfriamiento para tanques de almacenamiento de techo fijo o flotante son los siguientes:
 - Tanques de techo fijo o flotante:
 - ❖ Con toroide en el anillo superior: 6,1 Lpm/m² del área lateral del cilindro.

- ❖ Con sistema externo: 8,1 Lpm/m² del área lateral expuesta (Inciso a, artículo 92, D.S. 043-2007-EM).

Sistema de Extinción mediante Espuma

- El número de cámaras generadoras de espuma para tanques de techo fijo es definido por el D.S. 052-1993-EM (Art. 92) y la NFPA 11 (Tabla 5.2.5.2.1, 2011), de donde se considerará el valor más conservador.

Tabla 1

Número mínimo de salidas de descarga

DIÁMETRO DEL TANQUE	NÚMERO MÍNIMO DE SALIDAS DE DESCARGA
m	
Hasta 24	1
Más de 24 a 36	2
Más de 36 a 42	3
Más de 42 a 48	4
Más de 48 a 54	5
Más de 54 a 60	6

Nota: Fuente: NFPA 11: Norma para Espuma de Baja, Media y Alta Expansión, 2016.

- El régimen de aplicación de solución de agua - espuma al tanque es definido por la NFPA 11 (Tabla 5.2.5.2.2,2011) y el D.S. 052-1993-EM (Art. 91), de donde se considerará el valor más conservador.
- Para determinar el caudal requerido de aplicación de solución de espuma para cada tanque de techo fijo se multiplicará el régimen mínimo de aplicación de espuma señalada en el Tabla 2, mediante un número suficiente de cámaras generadoras de espuma con la sección transversal horizontal del tanque incendiado (área incendiada).

Tabla 2*Rate de aplicación de espuma en salidas fijas*

TIPO DE HIDROCARBUROS	TASA MÍNIMA DE APLICACIÓN		TIEMPO MÍNIMO DE DESCARGA
	Lpm/m2	Gpm/ft2	Min.
Punto de inflamación entre 37.8° y 60°C	4.1	0.1	30
Punto de inflamación menor de 37.8°C o líquidos calentados por encima de sus puntos de inflamación	4.1	0.1	55
Petróleo crudo	4.1	0.1	55

Nota: Fuente: NFPA 11: Norma para Espuma de Baja, Media y Alta Expansión, 2016.

- El rating de aplicación y el número de generadores de espuma para un tanque de techo flotante es definido por la Tabla 3.
- Para determinar el caudal requerido de aplicación para cada tanque de techo flotante se multiplicará el régimen mínimo de aplicación de espuma señalada en la Tabla 3, mediante un número suficiente de generadores de espuma con la sección transversal anular horizontal del tanque incendiado (área incendiada) definida por el dique de espuma (Foam Dam).

Tabla 3

Protección con descarga fija de espuma encima del sello para tanques de techo flotante

TIPO DE CIERRE	RÉGIMEN MÍNIMO DE APLICACIÓN	TIEMPO MÍNIMO DE DESCARGA	ESPACIO MÁXIMO ENTRE SALIDA DE DESCARGA	
			FOAM DAM 305 mm (12 pulg.)	FOAM DAM 610 mm (24 pulg.)
	L/min.m ²	min	m	m
Cierre de zapata mecánico	12.2	20	12.2	24.4
Cierre de tubo con protector metálico de intemperie	12.2	20	12.2	24.4
Sello secundario total, o parcialmente combustible	12.2	20	12.2	24.4
Cierre secundario todo metálico	12.2	20	12.2	24.4

Nota: Fuente: NFPA 11: Norma para Espuma de Baja, Media y Alta Expansión, 2016.

- De acuerdo a la NFPA 11 (2011), sección 5.9.2.1 debe proveerse equipos de chorros de manguera de espuma, además de las instalaciones en los tanques de espuma, como protección suplementaria para incendio de derrames pequeños.
- El número mínimo de chorros de manguera fijos o portátiles es requerido debe ser el especificado en la Tabla 4 y debe estar disponible para proveer protección del área.

Tabla 4

Número de chorros suplementarios

DIÁMETRO DEL TANQUE MAYOR	NÚMERO MÍNIMO DE CHORROS DE MANGUERA REQUERIDOS
m	
Hasta 19.5 m	1
Desde 19.5 a 36 m	2
Mayor a 36 m	3

Nota: Fuente: NFPA 11: Norma para Espuma de Baja, Media y Alta Expansión, 2016.

- El tiempo mínimo de operación de los chorros de manguera suplementarias es especificado en la Tabla N° 5.

Tabla 5

Tiempo de operación de chorro suplementarios

DIÁMETRO DEL TANQUE	TIEMPO MÍNIMO DE DESCARGA
m	Min.
Hasta 10.5 m	10
Desde 10.5 a 28.5 m	20
Mayor a 28.5 m	30

Nota: Fuente: NFPA 11: Norma para Espuma de Baja, Media y Alta Expansión, 2016.

3.4. Descripción de las actividades desarrolladas.

El desarrollo del proyecto de ingeniería se realizó en cinco meses, desde Noviembre del 2019 hasta Abril del 2020, mediante las siguientes fases.

- FASE 1: EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES EXISTENTES.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CUBETO N° 4

El cubeto N° 4 contará con nueve tanques atmosféricos, aéreos, verticales, convencionales para el almacenamiento de producto, dichos tanques serán construidos bajo los lineamientos del estándar API-650.

Los tanques que se instalarán en el cubeto N° 4, estarán direccionados para el almacenamiento de Gasolinas (TK-41/42/43/44), almacenamiento de B100 (TK-45), almacenamiento de Etanol (TK-46) y almacenamiento de Diésel 2 (TK-47/48/49), la

capacidad bruta de almacenamiento del cubeto N° 4, será de 418,632.3 barriles.

Tabla 6

Tanques Ubicados en Cubetos N° 4

TANQUE	PRODUCTO	CLASE DE LÍQUIDO (*)	DIÁMETRO	ALTURA	CAPACIDAD BRUTA
			M	M	Bb
TK-41	Gasolina 95	Clase IA	17	16.8	23,984.73
TK-42	Gasolina 95	Clase IA	17	16.8	23,984.73
TK-43	Gasolina 90	Clase IA	17	16.8	23,984.73
TK-44	Gasolina 90	Clase IA	17	16.8	23,984.73
TK-45	B100	Clase III	9.35	16.8	7,255.38
TK-46	Etanol	Clase IB	9.35	16.8	7,255.38
TK-47	Diésel	Clase II	31.1	21.5	102,727.54
TK-48	Diésel	Clase II	31.1	21.5	102,727.54
TK-49	Diésel	Clase II	31.1	21.5	102,727.54

Notas: (*) Clasificación es de acuerdo a la NFPA 30 (sección 4.3, 2018).

TANQUE DE AGUA CONTRA INCENDIO

El Terminal de Mollendo cuenta con un tanque de agua contra incendio con las siguientes características.

Tabla 7

Tanque de Almacenamiento de Agua Contra Incendio

DESCRIPCIÓN	DETALLE
Servicio	Agua Contra Incendio
Tipo	Metálico, Vertical
Diámetro (*)	21.1 m
Altura (*)	19.7 m
Capacidad Máxima de Almacenamiento (*)	6080 m ³
Calidad de Agua	Agua Dulce

BOMBAS CONTRA INCENDIO

Las bombas contra incendio se encuentran ubicadas adyacente al tanque de agua contra incendio y bajo un techado metálico. El

Terminal cuenta con tres motobombas contra incendio cuyas características se indican en la siguiente tabla.

Tabla 8
Bombas Contra Incendio

CANTIDAD	3
SERVICIO	Suministrar agua a presión en la red de contra incendio
MARCA / MODELO	Peerless 10AEF20
TIPO	Centrifuga, horizontal, carcasa partida
CAUDAL	3000 gpm
PRESIÓN	160.09 psid
LÍQUIDO	Agua Dulce
RPM	1780
SUCCIÓN	Ø12" x 150#
DESCARGA	Ø10" x 150#
MOTOR	Clarke
CONTROL	Servicio manual

– FASE 2: EVALUACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGOS

Considerando el Estudios de Riesgos del Terminal de Mollendo ER-0922019-09-001, se plantearon los siguientes escenarios a tener en cuenta para el cálculo hidráulico como parte del desarrollo del proyecto.

En la siguiente tabla se resume los escenarios de diseño y equipos a ser utilizados durante el desarrollo del cálculo hidráulico.

Tabla 9
Escenarios de Diseño y Equipos Activados

ESCENARIO	TANQUE INCENDIADO	APLICACIÓN DE ESPUMA	SUPERFICIE DEL CASCO DEL TANQUE ENFRIADO	SUPERFICIE DEL TECHO DEL TANQUE ENFRIADO	EQUIPOS ACTIVADOS PARA ENFRIAMIENTO DE TECHOS
1	TK-41	TK-41	25%(TK-47) 100%(TK-42)	25%(TK-47) 100%(TK-42)	MO-01 MO-02
2	TK-42	TK-42	100%(TK-41) 100%(TK-43)	100%(TK-41) 100%(TK-43)	MO-01 MO-03

ESCENARIO	TANQUE INCENDIADO	APLICACIÓN DE ESPUMA	SUPERFICIE DEL CASCO DEL TANQUE ENFRIADO	SUPERFICIE DEL TECHO DEL TANQUE ENFRIADO	EQUIPOS ACTIVADOS PARA ENFRIAMIENTO DE TECHOS
3	TK-43	TK-43	100%(TK-42) 50%(TK-44) 25%(TK-48)	100%(TK-42) 50%(TK-44) 25%(TK-48)	MO-02 MO-03 MO - EXISTENTE
4	TK-44	TK-44	100%(TK-45) 100%(TK-43) 25%(TK-49)	100%(TK-45) 100%(TK-43) 25%(TK-49)	MO-02 MO-04 MO - EXISTENTE
5	TK-45	TK-45	50%(TK-44) 100%(TK-46)	50%(TK-44) 100%(TK-46)	MO-03 MO-04
6	TK-46	TK-46	100%(TK-45) 25%(TK-49)	100%(TK-45)	MO-04
7	TK-47	TK-47	100%(TK-41) 25%(TK-48)	100%(TK-41) 25%(TK-48)	MO - EXISTENTE MO-02 MO-02
8	TK-48	TK-48	50%(TK-43) 25%(TK-47) 25%(TK-49)	50%(TK-43) 25%(TK-47) 25%(TK-49)	MO - EXISTENTE MO - EXISTENTE
9	TK-49	TK-49	100%(TK-46) 100%(TK-44) 25%(TK-48)	100%(TK-46) 100%(TK-44) 25%(TK-48)	MO-04 MO - EXISTENTE

– FASE 3: SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.

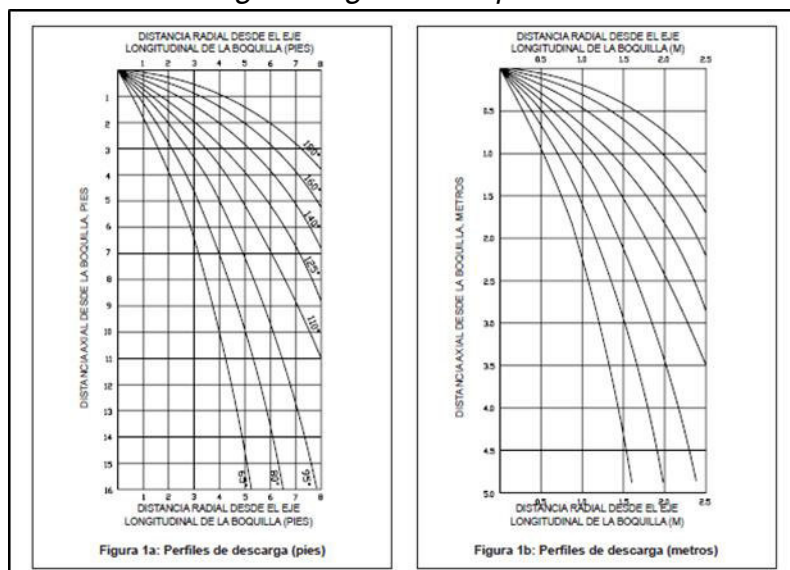
El sistema de enfriamiento de los tanques del Cubeto N° 4 estará conformado por:

- Anillo de Enfriamiento
 - Uno o más anillos de tubería rodearán al tanque de combustible y tendrán instalado cada cierto tramo una boquilla pulverizadora de agua (spray nozzle). El objetivo de estas boquillas pulverizadoras es enfriar la superficie afectada por una radiación térmica igual o mayor a 12.5 kW/m² conforme al Estudio de Riesgos ER-0922019-09-001.

- Monitores e hidrantes de agua contra incendio alrededor de los tanques de combustible.
 - El objetivo de los monitores es enfriar la porción de techo afectado por la radiación térmica de 12.5 kW/m²
 - El objetivo de los hidrantes es enfriar las tuberías afectadas por la radiación térmica de 12.5 kW/m².
- Considerando una presión de descarga de 10, 20 y 60 psi en la boquilla de los aspersores (spray nozzle) se obtiene los siguientes perfiles de descarga de agua:

Figura 2

Perfil de Descarga de Agua del Aspersor



Nota: Fuente: Data Sheet de Boquilla Pulverizadora Modelo E VK810-VK817 – VIKING.

- Si la presión de descarga de las boquillas supera los 60 psi, la cobertura tiende a reducirse según el fabricante, sin embargo, por la distancia de separación y el ángulo del deflector

seleccionado (110°) la cobertura de los aspersores hasta el tanque enfriado no se verá afectada.

- La presión máxima de descarga del aspersor es de 175 psi.
- La presión mínima en la boquilla hidráulicamente más desfavorable es 20 psi, de acuerdo a la norma NFPA 15 (sección 8.1.2, 2017).
- Para la distribución de boquillas se utilizó aspersores con un ángulo de los deflectores de 110°.
- El traslape de las coberturas de los aspersores que se está considerando para la distribución de boquillas no será menor a 15 cm de acuerdo a las buenas prácticas de ingeniería contra incendio.
- La separación vertical u horizontal entre aspersores no debe ser mayor a 3.0 m, de acuerdo a la norma NFPA 15 (sección 7.1.8, 2017), por lo cual se utilizó la separación perpendicular recomendada por Viking entre el aspersor y el área a enfriar igual a 0.6 m, salvo indicación específica.
- El área a enfriar es el área afectada por una radiación térmica igual o mayor a 12.5 kW/m².
- El régimen de agua a usar para el enfriamiento mediante un toroide es 0.15 gpm/pie², de acuerdo al D.S. 043-2007-EM, artículo 92, inciso (a).

Figura 3

Lista de Aspersores con Certificación UL y FM

Tabla de aprobaciones															
Boquillas de pulverización modelo E															
Presión máxima de trabajo de 12 bar (175 psi)															
(consultar también los criterios de diseño en la página 32e.)															
Ref. de la base ¹	SIN ²	Factor K nominal		Ángulo	Listados y aprobaciones ³			Ref. de la base ¹	SIN ²	Factor K nominal		Ángulo	Listados y aprobaciones ³		
		U.S.	métrico ⁴		cULus ⁵	NYC ⁶	FM			U.S.	métrico ⁴		cULus ⁵	NYC ⁶	FM
12867	VK810	7.2	103.7	65°	Si	Si	Si	12895	VK814	7.2	103.7	125°	Si	Si	Si
12868	VK810	5.6	80.6	65°	Si	Si	Si	12896	VK814	5.6	80.6	125°	Si	Si	Si
12869	VK810	4.1	59.0	65°	Si	Si	Si	12897	VK814	4.1	59.0	125°	Si	Si	Si
12870	VK810	3.2	46.1	65°	Si	Si	Si ⁷	12898	VK814	3.2	46.1	125°	Si	Si	Si ⁷
12871	VK810	2.3	33.1	65°	Si	Si	Si ⁷	12899	VK814	2.3	33.1	125°	Si	Si	Si ⁷
12872	VK810	1.8	25.9	65°	Si	Si	Si ⁷	12900	VK814	1.8	25.9	125°	Si	Si	Si ⁷
12873	VK810	1.2	17.3	65°	Si	Si	Si ⁷	12901	VK814	1.2	17.3	125°	Si	Si	Si ⁷
12874	VK811	7.2	103.7	80°	Si	Si	Si	12902	VK815	7.2	103.7	140°	Si	Si	Si
12875	VK811	5.6	80.6	80°	Si	Si	Si	12903	VK815	5.6	80.6	140°	Si	Si	Si
12876	VK811	4.1	59.0	80°	Si	Si	Si	12904	VK815	4.1	59.0	140°	Si	Si	Si
12877	VK811	3.2	46.1	80°	Si	Si	Si ⁷	12905	VK815	3.2	46.1	140°	Si	Si	Si ⁷
12878	VK811	2.3	33.1	80°	Si	Si	Si ⁷	12906	VK815	2.3	33.1	140°	Si	Si	Si ⁷
12879	VK811	1.8	25.9	80°	Si	Si	Si ⁷	12907	VK815	1.8	25.9	140°	Si	Si	Si ⁷
12880	VK811	1.2	17.3	80°	Si	Si	Si ⁷	12908	VK815	1.2	17.3	140°	Si	Si	Si ⁷
12881	VK812	7.2	103.7	95°	Si	Si	Si	12909	VK816	7.2	103.7	160°	Si	Si	Si
12882	VK812	5.6	80.6	95°	Si	Si	Si	12910	VK816	5.6	80.6	160°	Si	Si	Si
12883	VK812	4.1	59.0	95°	Si	Si	Si	12911	VK816	4.1	59.0	160°	Si	Si	Si
12884	VK812	3.2	46.1	95°	Si	Si	Si ⁷	12912	VK816	3.2	46.1	160°	Si	Si	Si ⁷
12885	VK812	2.3	33.1	95°	Si	Si	Si ⁷	12913	VK816	2.3	33.1	160°	Si	Si	Si ⁷
12886	VK812	1.8	25.9	95°	Si	Si	Si ⁷	12914	VK816	1.8	25.9	160°	Si	Si	Si ⁷
12887	VK812	1.2	17.3	95°	Si	Si	Si ⁷	12915	VK816	1.2	17.3	160°	Si	Si	Si ⁷
12888	VK813	7.2	103.7	110°	Si	Si	Si	12916	VK817	7.2	103.7	180°	Si	Si	Si
12889	VK813	5.6	80.6	110°	Si	Si	Si	12917	VK817	5.6	80.6	180°	Si	Si	Si
12890	VK813	4.1	59.0	110°	Si	Si	Si	12918	VK817	4.1	59.0	180°	Si	Si	Si
12891	VK813	3.2	46.1	110°	Si	Si	Si ⁷	12919	VK817	3.2	46.1	180°	Si	Si	Si ⁷
12892	VK813	2.3	33.1	110°	Si	Si	Si ⁷	12920	VK817	2.3	33.1	180°	Si	Si	Si ⁷
12893	VK813	1.8	25.9	110°	Si	Si	Si ⁷	12921	VK817	1.8	25.9	180°	Si	Si	Si ⁷
12894	VK813	1.2	17.3	110°	Si	Si	Si ⁷	12922	VK817	1.2	17.3	180°	Si	Si	Si ⁷

Acabados disponibles: latón o recubrimiento de níquel electrolítico⁸

¹ Se muestra la referencia base. Para obtener la referencia completa, consulte la lista de precios actual de Viking.
² Los deflectores de las boquillas están identificados con el número de modelo VK, el factor K y el ángulo de pulverización.
³ El factor K métrico mostrado es aplicable cuando la presión se mide en bar. Si la presión se mide en kPa, dividir la cifra indicada entre 10.
⁴ Las aprobaciones que se indican están vigentes en el momento de la edición de este documento. Consulte con el fabricante.
⁵ Aprobación UL Inc. válida en U.S. y Canadá.
⁶ Aceptado para su uso por el City of New York Department of Building, MEA N° 89-92-E, Vol. 29.
⁷ El diámetro del orificio para las boquillas modelo E con factores K de 46 (3.2 US), 33 (2.3 US), 26 (1.8 US) y 17 (1.2 US) es inferior a 3/8" (9.4 mm).
⁸ Se requiere un filtro con una perforación máxima de 1/8" (3.2 mm) para la aprobación FM.
⁹ Para la resistencia a la corrosión.

Nota: Fuente: Data Sheet de Boquilla Pulverizadora Modelo E VK810-VK817 – VIKING.

- El cálculo de los parámetros de operación mínimos requeridos (Teórico) del sistema de enfriamiento está expresado en los Anexos A y B, así mismo se presenta como ejemplo de modelo los cálculos realizados para el tanque TK-41.

3.1.2.1. Determinación de la cantidad de agua Requerida por el tanque.

El enfriamiento se realizará al área transversal del tanque, dicha área se calcula con la siguiente expresión:

$$A_L = \pi \times D_{Tanque} \times H_{Tanque}$$

De las Tabla 6, se obtienen los datos de diámetro y altura del tanque, reemplazando en la expresión indicada se tiene:

$$A_L = \pi \times 17m \times 16.8m$$
$$A_L = 897.239m^2 \times \left(\frac{10.7639ft^2}{1m^2} \right)$$

$$A_L = 9,657.789ft^2$$

De acuerdo a los establecido en el D.S. 052-1997-EM y D.S. 043-2007-EM, el ratio de aplicación de agua para enfriamiento de tanques es $0.15 \text{ gpm}/ft^2$, con lo que el agua que se requiere para el enfriamiento del tanque de determina con la siguiente expresión:

$$Q_{ENF.} = Ratio \times A_L$$

$$Q_{ENF.} = 0.15 \text{ gpm}/ft^2 \times 9,657.789ft^2$$

$$Q_{ENF.} = 1,448.668gpm$$

Entonces, la cantidad de agua mínima requerida para el enfriamiento del casco del tanque (área lateral), es de $1,448.668gpm$, este caudal se aplicará mediante boquillas (spray nozzle) distribuidas e instaladas en un anillo de enfriamiento.

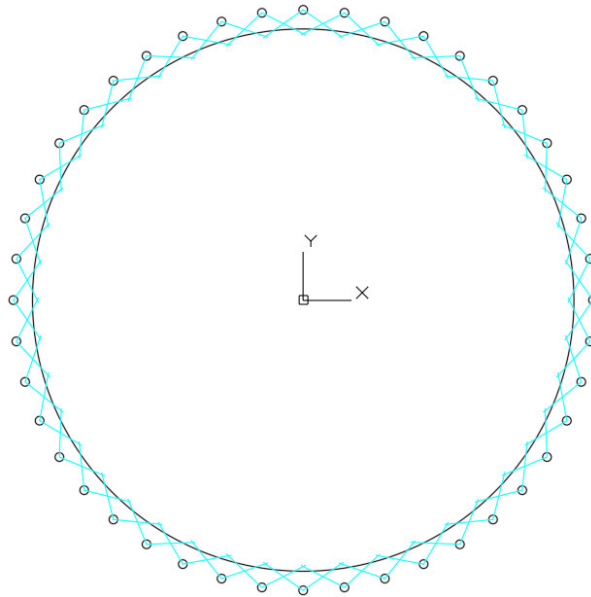
3.1.2.2. Determinación de la cantidad de boquillas (spray nozzle) a utilizar en los anillos de enfriamiento.

La determinación de la cantidad de boquillas se realizará de manera geométrica, así mismo se buscará la paridad en la distribución de boquillas de acuerdo al seccionamiento del anillo de enfriamiento.

De acuerdo a las recomendaciones del fabricante de las boquillas, se recomienda que estas se instalen a una distancia de 600mm desde la pared del tanque, medido radialmente; de acuerdo a lo indicado en la norma NFPA 15, la distancia entre boquillas no debe ser mayor a tres (03) metros; ya se tiene pre seleccionado un ángulo de 110° de acuerdo a las condiciones ambientales de la locación, así mismo de acuerdo a lo exigido por la autoridad competente se requiere que se considere traslape entre la descarga de las boquillas. Con la premisa indicada y con el apoyo de una software de dibujo(AutoCad) se determinan la cantidad de boquillas (spray nozzle) requeridas, siendo estas:

$$N_{boquillas} = 44 \text{ und.}$$

Figura 4
Distribución de Boquillas



Nota: Fuente: Elaboración Propia.

3.1.2.3. Determinación de las características de las boquillas (spray nozzle)

Para determinar las características de las boquillas, se requiere determinar la cantidad de agua que estaría pasando por cada boquilla, esto se logra con la siguiente ecuación:

$$q_{boq.} = \frac{Q_{ENF.}}{N_{boquillas}}$$

$$q_{boq.} = \frac{1,448.668gpm}{44 und.}$$

$$q_{boq.} = 32.92 gpm/und.$$

De acuerdo a lo establecido en el estándar NFPA 15, la presión en la boquilla más desfavorable no debe ser menor a 20 psig., con estos parámetros se determina el factor K teórico característico de la boquilla.

$$q = K \times \sqrt{P}$$

$$32.92 \text{ gpm} = K \times \sqrt{20 \text{ psi}}$$

Despejando el factor K, se tiene:

$$K_{\text{teórico}} = 7.36 \frac{\text{gpm}}{\sqrt{\text{psi}}}$$

Con este factor teórico determinado se procede a seleccionar un factor K comercial, el cual le corresponde a:

$$K_{\text{comercial}} = 7.2 \frac{\text{gpm}}{\sqrt{\text{psi}}}$$

Este procedimiento se realiza repetitivamente para determinar los parámetros de los demás tanques, obteniendo los resultados que se muestran en la siguiente tabla

Tabla 10

Parámetros Mínimos para el Cálculo Hidráulico - Sistema de Enfriamiento

TANQUE	N° DE ASPERSORES POR ANILLO N _{ASP}	N° DE ANILLOS	SECCIONES POR ANILLO	LONGITUD ARCO ENTRE ASPERSOR	CAUDAL POR ASPERSOR	FACTOR K COMERCIAL
				L _{SEP}	Q _{ASP}	
				M	GPM	GPM/PSI ^{1/2}
TK-41	44	1	1	1.30	32.92	7.2
TK-42	44	1	1	1.30	32.92	7.2
TK-43	44	1	2	1.30	32.92	5.6
TK-44	44	1	2	1.30	32.92	5.6
TK-45	24	1	1	1.38	33.20	5.6
TK-46	24	1	1	1.38	33.20	5.6
TK-47	96	1	3	1.06	35.33	7.2
TK-48	96	1	3	1.06	35.33	7.2
TK-49	96	1	3	1.06	35.33	7.2

– FASE 4: SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS MEDIANTE ESPUMA.

El cálculo de los parámetros de operación mínimos requeridos (Teórico) del sistema de extinción de incendios de está expresado en el Anexo A y B, así mismo se presenta como ejemplo de modelo los cálculos realizados para el tanque TK-41.

1. Determinación de la cantidad de solución de espuma requerida por el tanque incendiado.

La aplicación de espuma se realizará en el área transversal del tanque incendiado (parte superior en contacto con el aire), dicha área se calcula con la siguiente expresión:

$$A_{Tr.} = \frac{\pi}{4} \times D_{Tanque}^2$$

De las Tabla 6, se obtiene el dato de diámetro del tanque, reemplazando en la expresión indicada se tiene:

$$A_L = \frac{\pi}{4} \times (17m)^2$$

$$A_L = 226.98m^2 \times \left(\frac{10.7639ft^2}{1m^2} \right)$$

$$A_L = 2,443.19ft^2$$

De acuerdo a los establecido en el D.S. 052-1997-EM y D.S. 043-2007-EM, el ratio de aplicación de agua para enfriamiento de tanques es $0.10 \text{ gpm}/ft^2$, con lo que el agua que se requiere para el enfriamiento del tanque de determina con la siguiente expresión:

$$Q_{ENF.} = Ratio \times A_L$$

$$Q_{ENF.} = 0.10 \text{ gpm} / \text{ft}^2 \times 2,443.19 \text{ft}^2$$

$$Q_{ENF.} = 244.32 \text{gpm}$$

Entonces, la cantidad de espuma mínima requerida para la extinción de incendios es de 244.32gpm, este caudal se aplicará mediante una cámara o cámaras de espuma de acuerdo al requerimiento de instalación del tanque.

2. Determinación de la cantidad de cámaras de espuma a utilizar en el tanque.

La determinación de la cantidad de cámaras de espuma se realizará en base a lo indicado en el estándar NFPA 11 (Tabla 5.2.5.2.1) y el diámetro del tanque evaluado, así mismo si la cantidad de cámaras de espuma es mayor o igual que dos, se buscará que la instalación de estos equipos sea de manera diametralmente opuestos.

Con la premisa indicada se determina la cantidad de cámaras de espuma, siendo estas:

$$N_{cámara} = 01 \text{ und.}$$

3. Determinación de las características de las cámaras de espuma

Para determinar las características de las cámaras de espuma, se requiere las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante del equipo.

Con el caudal determinado para cada cámara de espuma y las especificaciones del fabricante, se procede con las interpolaciones necesarias y se determina el factor K del equipo y la presión mínima de operación, siendo estos valores los siguientes:

$$K_{comercial} = 33.51 \frac{gpm}{\sqrt{psi}}$$

$$P_{mín.} = 53.16 \text{ psi}$$

Este procedimiento se realiza repetitivamente para determinar los parámetros de los demás tanques, obteniendo los resultados que se muestran en la siguiente tabla

Tabla 11

Parámetros Mínimos de Operación

TANQUE	NÚMERO DE CÁMARAS	CAUDAL REQUERIDO SOLUCIÓN DE ESPUMA	VOLUMEN DE CONCENTRADO DE ESPUMA	CAUDAL POR CÁMARA	FACTOR "K" TEÓRICO	PRESIÓN MÍNIMA REQUERIDA	CÁMARA
		GPM	GAL	GPM		PSI	MODELO
TK-41	1	244.32	403.13	244.32	33.51	53.16	VFC – 4"
TK-42	1	244.32	403.13	244.32	33.51	53.16	VFC – 4"
TK-43	1	244.32	403.13	244.32	33.51	53.16	VFC – 4"
TK-44	1	244.32	403.13	244.32	33.51	53.16	VFC – 4"
TK-45	1	73.91	66.52	73.91	9.58	59.48	VFC – 2.5"
TK-46	1	110.86	182.92	110.86	12.23	82.20	VFC – 2.5"
TK-47	2	817.68	735.91	408.84	59.29	47.55	VFC – 4"
TK-48	2	817.68	735.91	408.84	59.29	47.55	VFC – 4"
TK-49	2	817.68	735.91	408.84	59.29	47.55	VFC – 4"

Adicionalmente a las cámaras de espuma, el estándar NFPA 11 requiere la aplicación externa de espuma como protección suplementaria para incendios por derrames pequeños. El régimen de aplicación mínimo es de 50 gpm por cada manguera.

Considerando las Tablas 4 y 5 se determina el volumen de concentrado de espuma requerido para ser usado en los chorros suplementarios al sistema fijo (Ver Tabla 12).

Tabla 12
Aplicación de Espuma Suplementaria

TANQUE	ALTUR A	DIÁMETRO	CHORROS SUPLEMENTARIOS		TIEMPO DE APLICACIÓN	VOL. SOLUCIÓN AGUA-ESPUMA	VOL. CONCENTRADO DE ESPUMA
	PIES		CANT.	GPM	MIN	GAL	GAL
TK-41	55.12	55.77	1	50	20	1000	30
TK-42	55.12	55.77	1	50	20	1000	30
TK-43	55.12	55.77	1	50	20	1000	30
TK-44	55.12	55.77	1	50	20	1000	30
TK-45	55.12	30.68	1	50	20	1000	30
TK-46	55.12	30.68	1	50	20	1000	30
TK-47	70.54	102.03	2	50	30	3000	90
TK-48	70.54	102.03	2	50	30	3000	90
TK-49	70.54	102.03	2	50	30	3000	90

– FASE 5: MODELADO HIDRAULICO.

Los cálculos hidráulicos del sistema contra incendio serán realizados con el software AFT Fathom Versión 10.0, del fabricante Applied Flow Technology Cooperation (AFT).

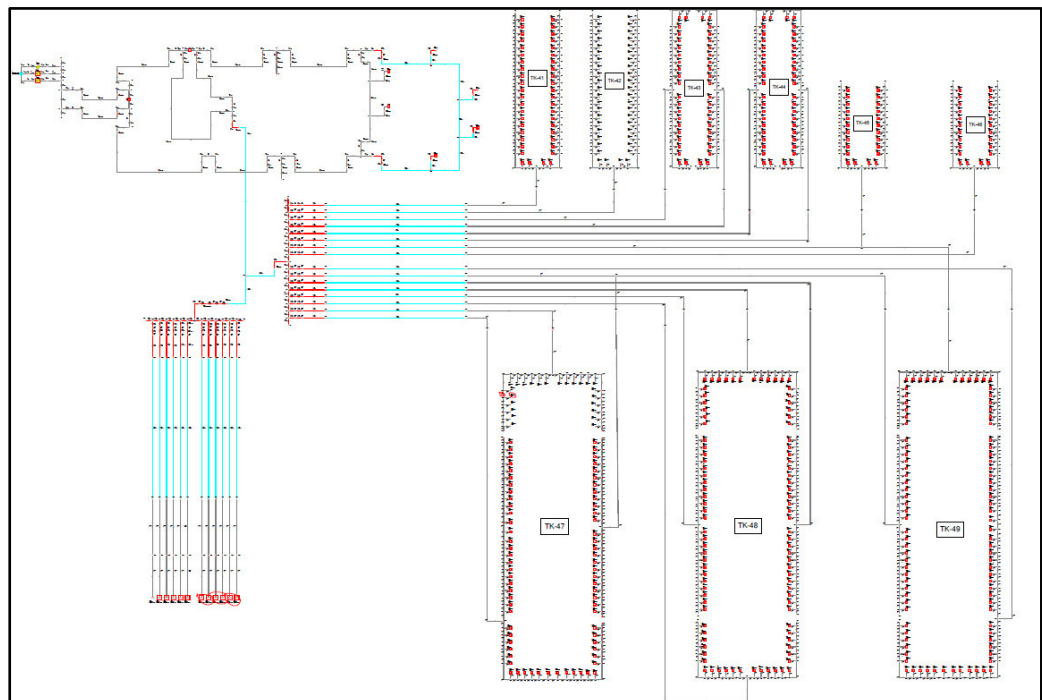
Fathom 10 es una herramienta para simulación de flujo incompresible en tuberías en redes complejas incluyendo transferencia de calor, así mismo permite simular sistemas abiertos o cerrados, sistemas impulsados por gravedad o con bombas, bombas en paralelo o en serie, bombas con velocidad variable, corrección por viscosidad, sistemas con válvulas de control, escenarios múltiples, entre otros casos, este software nos permitirá

determinar los diámetros de la red principal, sistema de enfriamiento y sistema de extinción para cada uno de los tanques involucrados.

El esquema de modelado hidráulico para el dimensionamiento del sistema contra incendios para los tanques del cubeto N° 4, se presenta en la siguiente Figura.

Figura 5

Esquema de Simulación



Nota: Fuente: Elaboración Propia, captura obtenida del software AFT Fathom 10.0.

– FASE 6: DISEÑO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS.

Con los parámetros de operación del sistema de enfriamiento y sistema de extinción de incendios ya determinados y con en modelado hidráulico ya establecido, se procede a realizar

iteraciones necesarias para la validación de los parámetros de operación predeterminados y la selección de los diámetros de tuberías más óptimos, de acuerdo a los escenarios de diseño establecidos.

Tabla 13

Validación de Parámetros del Sistema de Espuma Calculados por Software

TANQUE	TIPO DE EQUIPO	NÚMERO DE EQUIPOS	MODELO DE EQUIPO	COMPARACIÓN DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN				
				CAUDAL		PRESIÓN		ESTADO
				TEÓRICO	REAL	TEÓRICO	REAL	
				GPM	GPM	PSI	PSI	
TK-41	Cámara	1	VFC – 4"	244.32	247.31	53.16	54.47	Cumple
TK-42	Cámara	1	VFC – 4"	244.32	267.52	53.16	63.74	Cumple
TK-43	Cámara	1	VFC – 4"	244.32	244.89	53.16	53.41	Cumple
TK-44	Cámara	1	VFC – 4"	244.32	247.26	53.16	54.45	Cumple
TK-45	Cámara	1	VFC – 2.5"	73.91	74.35	59.48	60.24	Cumple
TK-46	Cámara	1	VFC – 2.5"	110.86	111.19	82.20	82.66	Cumple
TK-47	Cámara	2	VFC – 4"	408.84	425.55	47.55	51.51	Cumple
			VFC – 4"	408.84	409.46	47.55	47.69	Cumple
TK-48	Cámara	2	VFC – 4"	408.84	496.38	47.55	70.09	Cumple
			VFC – 4"	408.84	499.71	47.55	71.04	Cumple
TK-49	Cámara	2	VFC – 4"	408.84	485.30	47.55	66.99	Cumple
			VFC – 4"	408.84	482.12	47.55	66.12	Cumple

Tabla 14*Validación de Parámetros del Sistema de Enfriamiento Calculados por Software*

TANQUE INCENDIADO	TANQUE AFECTADO	TIPO DE EQUIPO	NÚMERO DE EQUIPO	MODELO DE EQUIPO	EVALUACIÓN	COMPARACIÓN DE PARÁMETROS DE OPERACIÓN				ESTADO
						CAUDAL		PRESIÓN		
						TEÓRICO	REAL	TEÓRICO	REAL	
						GPM	GPM	PSI	PSI	
TK-41	TK-42	Aspersor	44	VK813	Aspersor desfavorable	32.92	35.42	20.91	24.20	Cumple
	TK-47	Aspersor	96	VK813	Aspersor desfavorable	35.33	42.25	24.08	34.42	Cumple
TK-42	TK-41	Aspersor	44	VK813	Aspersor desfavorable	32.92	37.61	20.91	27.28	Cumple
	TK-43	Aspersor	44	VK813	Aspersor desfavorable	32.92	36.13	20.91	41.63	Cumple
TK-43	TK-42	Aspersor	44	VK813	Aspersor desfavorable	32.92	37.27	20.91	26.79	Cumple
	TK-44	Aspersor	44	VK813	Aspersor desfavorable	32.92	37.95	20.91	45.91	Cumple
	TK-48	Aspersor	96	VK813	Aspersor desfavorable	35.33	43.52	24.08	36.53	Cumple
TK-44	TK-43	Aspersor	44	VK813	Aspersor desfavorable	32.92	36.51	20.91	42.51	Cumple
	TK-45	Aspersor	24	VK813	Aspersor desfavorable	33.20	38.22	35.15	46.59	Cumple
	TK-49	Aspersor	96	VK813	Aspersor desfavorable	35.33	39.31	24.08	29.81	Cumple
TK-45	TK-44	Aspersor	44	VK813	Aspersor desfavorable	32.92	39.11	20.91	48.79	Cumple
	TK-46	Aspersor	24	VK813	Aspersor desfavorable	33.20	39.79	35.15	50.49	Cumple
TK-46	TK-45	Aspersor	24	VK813	Aspersor desfavorable	33.20	42.22	35.15	56.83	Cumple
	TK-49	Aspersor	96	VK813	Aspersor desfavorable	35.33	41.74	24.08	33.62	Cumple
TK-47	TK-41	Aspersor	44	VK813	Aspersor desfavorable	32.92	38.77	20.91	29.00	Cumple
	TK-48	Aspersor	96	VK813	Aspersor desfavorable	35.33	49.90	24.08	48.03	Cumple
TK-48	TK-43	Aspersor	44	VK813	Aspersor desfavorable	32.92	36.58	20.91	42.68	Cumple
	TK-47	Aspersor	96	VK813	Aspersor desfavorable	35.33	45.41	24.08	39.78	Cumple
	TK-49	Aspersor	96	VK813	Aspersor desfavorable	35.33	40.44	24.08	31.54	Cumple
TK-49	TK-44	Aspersor	44	VK813	Aspersor desfavorable	32.92	33.72	20.91	36.26	Cumple
	TK-46	Aspersor	24	VK813	Aspersor desfavorable	33.20	36.37	35.15	42.17	Cumple
	TK-48	Aspersor	96	VK813	Aspersor desfavorable	35.33	40.89	24.08	32.25	Cumple

Notas: *El caudal real debe ser igual o mayor al caudal teórico.*

La ampliación de la red troncal será enterrada y se empleará tubería de Ø14" PVC C900 DR18, las conexiones a los tie-in's serán aéreos de acero al carbono de Ø16" SCH STD. Esta ampliación se extenderá a lo largo del contorno del cubeto N° 4 cerrando anillo con la red existente, la ampliación será diseñada conforme a NFPA 24.

Tabla 15

Red Troncal

RED TRONCAL	
EXISTENTE DE ACUERDO MAQUETA RED TRONCAL	PROYECTADO DE ACUERDO AL CÁLCULO HIDRÁULICO RED TRONCAL
Ø16" (HDPE CLASE 200)	Ø14" (PVC C900 DR18)

Según los resultados del cálculo hidráulico, el sistema de generación de solución de espuma (Tanque Bladder y proporcionador), tendrán las siguientes características:

Tabla 16

Equipos de Sistema de Extinción

EQUIPOS DE SISTEMA DE EXTINCIÓN		
EQUIPO	CAPACIDAD	RANGO DE CAUDAL
	GALONES	GPM
Tanque Bladder	900	-
Proporcionador	-	74.35 – 996.09

El sistema de extinción de incendios tendrá la configuración que se indica en la Tabla 17.

Tabla 17*Resumen de Configuración de Montantes - Sistema de Espuma*

TANQUE A PROTEGER	SISTEMA	TIPO DE EQUIPO	NÚMERO DE EQUIPOS	MODELO DE EQUIPO	FACTOR "K"	DIÁMETRO DE TUBERÍA DESDE MANIFOLD A PIE DE TANQUE	DIÁMETRO DE MONTANTE	NÚMERO DE MONTANTES	DIÁMETRO DE VÁLVULA MARIPOSA	DIÁMETRO DE VÁLVULA DILUVIO
TK-41	Espuma	Cámara	1	VFC – 4"	33.51	3"	3"	1	3"	3"
TK-42	Espuma	Cámara	1	VFC – 4"	33.51	3"	3"	1	3"	3"
TK-43	Espuma	Cámara	1	VFC – 4"	33.51	3"	3"	1	3"	3"
TK-44	Espuma	Cámara	1	VFC – 4"	33.51	3"	3"	1	3"	3"
TK-45	Espuma	Cámara	1	VFC – 2.5"	9.58	2"	2"	1	2"	2"
TK-46	Espuma	Cámara	1	VFC – 2.5"	12.23	2 1/2"	2 1/2"	1	2 1/2"	2 1/2"
TK-47	Espuma	Cámara	2	VFC – 4"	59.29	4"	4"	2(*)	4"	4"
TK-48	Espuma	Cámara	2	VFC – 4"	59.29	6"	6"	2(*)	6"	6"
TK-49	Espuma	Cámara	2	VFC – 4"	59.29	6"	6"	2(*)	6"	6"

Notas: (*) Tubería independiente desde manifold hasta tanque.

El sistema de enfriamiento tendrá la configuración que se indica en la Tabla 18.

Tabla 18

Resumen de Configuración de Montantes - Sistema de Enfriamiento

TANQUE	SISTEMA	TIPO DE EQUIPO	NÚMERO DE EQUIPOS	MODELO DE EQUIPO (*)	FACTOR "K" DE EQUIPO	NÚMERO DE SECCIONES POR ANILLO	DIÁMETRO DE ANILLO	DIÁMETRO DE TUBERÍA DESDE MANIFOLD A PIE DE TANQUE	DIÁMETRO DE MONTANTE	NÚMERO DE MONTANTE	DIÁMETRO DE VÁLVULA MARIPOSA	DIÁMETRO DE VÁLVULA DE DILUVIO
TK-41	Enfriamiento	Aspersor	44	VK813	7.2	1	4"	8"	6"	1	8"	8"
TK-42	Enfriamiento	Aspersor	44	VK813	7.2	1	4"	8"	6"	1	8"	8"
TK-43	Enfriamiento	Aspersor	44	VK813	5.6	2	3"	6"	4"	2(*)	6"	6"
TK-44	Enfriamiento	Aspersor	44	VK813	5.6	2	3"	6"	4"	2(*)	6"	6"
TK-45	Enfriamiento	Aspersor	24	VK813	5.6	1	3"	8" / 6"	6"	1	8" / 6"	8" / 6"
TK-46	Enfriamiento	Aspersor	24	VK813	5.6	1	3"	6"	6"	1	6"	6"
TK-47	Enfriamiento	Aspersor	96	VK813	7.2	3	4" / 4" / 4"	6" / 6" / 6"	6" / 6" / 6"	3(*)	6" / 6" / 6"	6" / 6" / 6"
TK-48	Enfriamiento	Aspersor	96	VK813	7.2	4	4" / 4" / 4" / 4"	6" / 6" / 6"	6" / 6" / 6"	4(*)	6" / 6" / 6"	6" / 6" / 6"
TK-49	Enfriamiento	Aspersor	96	VK813	7.2	3	4" / 4" / 4"	6" / 6" / 6"	6" / 6" / 4"	3(*)	6" / 6" / 6"	6" / 6" / 6"

Notas: (*) Tubería independiente desde manifold hasta tanque.

Los criterios de selección de Monitor se realizaron teniendo en cuenta:

- La dirección del viento.
- Los escenarios más críticos de consumo de agua para enfriamiento de techos según Estudio de Riesgos ER-0922019-09-001.
- Los radios térmicos de afectación a personas con un nivel de radiación térmica de 5.1 kW/m².
- Enfriar la superficie del techo de los tanques los cuales se encuentren expuestos a un nivel de radiación térmica de 12.5 kW/m².

De acuerdo a los criterios de selección se distribuyeron de forma estratégica los Monitores en el Terminal de Mollendo. En la Tabla 19 se indica la cantidad de equipos a implementar.

Tabla 19
Resumen de Monitores

ÍTEM	TAG	UBICACIÓN	MONITOR					LISTADO Y/O APROBADO
			CAUDAL DE TRABAJO DEL MONITOR	PRESIÓN DE OPERACIÓN	CONEXIONES	MARCA/ MODELO (**)		
			GPM	PSI				
1	MO-01	Frente al tanque TK-47	1250 (Máximo)	200	Conexión de Entrada: 4" Conexión de Salida: 2 1/2"	ELKHAR / COPPERHEAD Serie 8593-02	UL o FM	
2	MO-02	Frente al tanque TK-42	1250 (Máximo)	200	Conexión de Entrada: 4" Conexión de Salida: 2 1/2"	ELKHAR / COPPERHEAD Serie 8593-02	UL o FM	
3	MO-03	Frente al tanque TK-44	1250 (Máximo)	200	Conexión de Entrada: 4" Conexión de Salida: 2 1/2"	ELKHAR / COPPERHEAD Serie 8593-02	UL o FM	
4	MO-04	Frente al tanque TK-45	1250 (Máximo)	200	Conexión de Entrada: 4"		UL o FM	

El criterio de selección de las boquillas para agua y autoeductoras se realizó teniendo en cuenta:

- Los escenarios más críticos de consumo de agua para enfriamiento de techos en tanques incendiados según Estudio de Riesgos ER-0922019-09-001.
- En la Tabla 20 se indica las características de las Boquillas para los Monitores-Hidrantes.

Tabla 20

Boquillas para Agua y Autoeductotas

ÍTEM	TAG	CAUDAL DE TRABAJO DE LA BOQUILLA	PRESIÓN DE TRABAJO	ALCANCE	CONEXIÓN	MARCA/ MODELO	LISTADO Y/O APROBADO
		GPM	PSI	M			
1	MO-01	350	100	48	Conexión de Entrada: 2 1/2"	ELKHAR / SELF-EDUCTING MASTER STREAM NOZZLE	UL o FM
2	MO-02	350	100	48	Conexión de Entrada: 2 1/2"	ELKHAR / SELF-EDUCTING MASTER STREAM NOZZLE	UL o FM
3	MO-03	350	100	48	Conexión de Entrada: 2 1/2"	ELKHAR / SELF-EDUCTING MASTER STREAM NOZZLE	UL o FM
4	MO-04	350	100	48	Conexión de Entrada: 2 1/2"	ELKHAR / SELF-EDUCTING MASTER STREAM NOZZLE	UL o FM

Notas: (*) Los monitores que llevarán boquillas autoeductoras deberán tener próximo a ellos dos cilindros de espuma de 55 galones listadas al 3%.

El criterio de selección de hidrantes se realizó teniendo en cuenta:

- La dirección del viento.

- Los radios térmicos de afectación a personas con un nivel de radiación térmica igual a 5.1 kW/m².
- Enfriar las tuberías las cuales se encuentren expuestas a un nivel de radiación térmica igual o mayor a 12.5 kW/m².
- De acuerdo a la NFPA 24 (sección 7.2.1, 2019) los hidrantes deben ser provistos y espaciados en concordancia con los requisitos de la autoridad competente.

Tabla 21
Hidrantes

Hidrante		Parámetros de Operación				
Ítem	TAG	Ubicación	Descripción	Presión de Trabajo	Marca / Modelo	Listado y/o Aprobado
1	HY-01	Adyacente a MO-01	2 salidas para mangueras de diámetro 2 1/2" 1 salida para manguera de camión de bombero 4 1/2"	250 psi (Máxima presión de Trabajo)	AG Sprinkler / AG-F1311-250 o similar técnico	UL o FM
2	HY-02	Adyacente a MO-02	2 salidas para mangueras de diámetro 2 1/2" 1 salida para manguera de camión de bombero 4 1/2"	250 psi (Máxima presión de Trabajo)	AG Sprinkler / AG-F1311-250 o similar técnico	UL o FM
3	HY-03	Adyacente a MO-03	2 salidas para mangueras de diámetro 2 1/2" 1 salida para manguera de camión de bombero 4 1/2"	250 psi (Máxima presión de Trabajo)	AG Sprinkler / AG-F1311-250 o similar técnico	UL o FM
4	HY-04	Adyacente a MO-04	2 salidas para mangueras de diámetro 2 1/2" 1 salida para manguera de camión de bombero 4 1/2"	250 psi (Máxima presión de Trabajo)	AG Sprinkler / AG-F1311-250 o similar técnico	UL o FM

De acuerdo a la NFPA 24 (sección 8.6.1, 2019) las casetas de mangueras deberán contar como mínimo lo indicado en la Tabla 22.

Tabla 22*Casetas de Mangueras*

CASETA DE MANGUERAS			
ÍTEM	TAG	CONTENIDO (*)	UBICACIÓN
1	HH-001	2 boquillas aprobadas de chorro sólido – aspersión, ajustables, equipadas con dispositivo de cierre para cada tamaño de manguera provisto.	Adyacente al hidrante HY-01
2	HH-002	<ul style="list-style-type: none"> • Manguera de 1 1/2" de diámetro. • Manguera de 2 1/2" de diámetro. 	Adyacente al hidrante HY-02
3	HH-003	<ul style="list-style-type: none"> • 1 llave de hidrante (además de la llave en el hidrante). • 4 llaves de gancho u horquilla para acoples en cada tamaño de manguera provisto. • 2 empaques de acople de manguera para cada tamaño de manguera. 	Adyacente al hidrante HY-03
4	HH-004	<ul style="list-style-type: none"> • 2 empaquetaduras de 1 1/2" de diámetro. • 2 empaquetaduras de 2 1/2" de diámetro. 	Adyacente al hidrante HY-04

En la Tabla 23 se indica las especificaciones de las válvulas para Hidrantes y Monitores.

Tabla 23*Cantidad de Válvulas para Hidrantes y Monitores*

VÁLVULAS PARA HIDRANTES Y MONITORES					
ÍTE M	TAG	TIPO (*)	DIÁMETRO	LISTADA / APROBADA	UBICACIÓN
1	BUV-001	Mariposa Indicadora	4"	UL o FM	A la entrada del monitor MO-01
2	BUV-002	Mariposa Indicadora	6"	UL o FM	A la entrada del hidrante HY-01
3	BUV-003	Mariposa Indicadora	4"	UL o FM	A la entrada del monitor MO-02
4	BUV-004	Mariposa Indicadora	6"	UL o FM	A la entrada del hidrante HY-02
5	BUV-005	Mariposa Indicadora	4"	UL o FM	A la entrada del monitor MO-03
6	BUV-006	Mariposa Indicadora	6"	UL o FM	A la entrada del hidrante HY-03
7	BUV-007	Mariposa Indicadora	4"	UL o FM	A la entrada del monitor MO-04
8	BUV-008	Mariposa Indicadora	6"	UL o FM	A la entrada del hidrante HY-04

Los criterios para la selección de las válvulas seccionadoras son de acuerdo a la NFPA 24 (sección 6.6, 2019):

- Se deberán colocar válvulas seccionadoras para el aislar las secciones de las tuberías y limitar el número de conexiones de protección contra incendios deterioradas en caso de avería o para hacer reparaciones o extensiones del sistema.
- Las conexiones de protección contra incendio consisten en entradas al sistema de rociadores, hidrantes u otras conexiones de protección contra incendios.
- Las válvulas seccionadoras deben estar en puntos estratégicos en la red de tubería de modo que el número de conexiones de protección contra incendios entre válvulas seccionadoras no sea superior a seis.

De acuerdo a lo indicado en el ítem anterior se instalarán 2 válvulas seccionadoras adicionales a la red troncal de agua contra incendio, en la Tabla 24 se indica las características de dichas válvulas.

Tabla 24
Cantidad de Válvulas para Hidrantes y Monitores

Válvulas Seccionadoras					
ítem	TAG	Tipo	Diámetro	Listada / Aprobada	Ubicación
1	GAV-001	Compuerta tipo OS&Y	16"	UL o FM	Frente a tanque TK-47
2	GAV-002	Compuerta tipo OS&Y	16"	UL o FM	Frente a tanque TK-49

- FASE 7: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS PROYECTADO VS EL SISTEMA CONTRA INCENDIOS EXISTENTE.

La evaluación del sistema de protección contra incendios proyectado vs el sistema contra incendios existente, se realiza para evaluar y verificar si los equipos principales (bomba contra incendios y tanque de agua contra incendios), instalados cumplen con la demanda requerida por los eventos de incendios establecidos en el cubeto N° 4, así mismo evaluar los tiempos de activación del sistema de enfriamiento y extinción de incendios proyectado, considerando el sistema de bombeo existente.

Dicha evaluación se realiza en los siguientes ítems.

1. Abastecimiento de Agua

De acuerdo a las simulaciones realizadas, el abastecimiento de agua requerida por el sistema de enfriamiento y el sistema de extinción de incendios de los tanques que se instalarán en el cubeto N° 4, se indican en la siguiente tabla.

Tabla 25
Descarga de Bomba por Escenario

TANQUE INCENDIADO	PARÁMETROS REALES DE OPERACIÓN						CAUDAL TOTAL GPM
	BOMBA 1		BOMBA 2		BOMBA 3		
	CAUDAL	TDH	CAUDAL	TDH	CAUDAL	TDH	
	GPM	PSI	GPM	PSI	GPM	PSI	
TK-41	3,775	148.9	-	-	-	-	3,775
TK-42	2,300	169.6	2,299	169.6	-	-	4,599
TK-43	2,597	166.1	2,596	166.2	-	-	5,193

TK-44	2,499	167.3	2,498	167.3	-	-	4,997
TK-45	2,727	164.5	-	-	-	-	2,727
TK-46	2,627	176,8	-	-	-	-	2,627
TK-47	2,396	168.5	2,395	168.5	-	-	4,791
TK-48	2,743	164.3	2,741	164.4	-	-	5,484
TK-49	2,823	163.3	2,821	163.3	-	-	5,644

Así mismo, cabe resaltar que la Terminal, donde se instalará el sistema contra incendios cuenta con 3 bombas dedicadas para el uso contra incendios ya instaladas.

Con respecto a lo indicado y a la Tabla 25 presentada, se puede validar que el sistema de bombeo de agua contra incendios puede ser capaz de abastecer de agua a una presión requerida de acuerdo a los escenarios de diseño evaluados.

2. Capacidad de Agua Requerida

La cantidad de agua contra incendio requerida se determinará en base al escenario de mayor consumo de agua contra incendio determinado en la presente memoria de cálculo hidráulico y los tiempos de aplicación establecidos normativamente. La cantidad de agua contra incendio de determinará mediante la siguiente ecuación, evaluado el escenario de incendio del tanque TK-49 por ser el de mayor consumo.

$$V_{agua} = t_{apli.} \times Q_{enfr} + t_{apli.} \times Q_{espuma} \times 0.97 + t_{apli.} \times Q_{suplementaria} \times 0.97$$

$$V_{agua} = 240 \text{ min} \times 4677 \text{ gpm} + 30 \text{ min} \times 967.42 \text{ gpm} \times 0.97 \\ + 30 \text{ min} \times 100 \text{ gpm} \times 0.97$$

$$V_{agua} = 1,153,441.12 \text{ galones}$$

$$V_{agua} = 4,366.25 m^3$$

La capacidad del tanque de agua contra incendio existente es de 6,080.00 m³, la capacidad de agua requerida ante el escenario de mayor consumo de agua del cubeto N° 4 es de 4,366.25 m³, de donde se puede verificar que el tanque de agua contra incendio existente cubre la demanda de agua ante un evento de incendio en los tanques de almacenamiento del Cubeto N° 4.

3. Tiempo de actuación de los sistemas de enfriamiento y extinción de incendios

De acuerdo al ítem 7.7.4 de la NFPA 15, Edición 2017, indica que el sistema de detección debe estar diseñado para provocar el accionamiento del sistema de activación de la válvula de inmediato, así mismo, el ítem A.7.7.4 de la misma norma indica que el tiempo de respuesta del sistema de detección no supere los 40 segundos desde la exposición del incendio hasta la apertura de las válvulas de accionamiento del sistema.

Para efectos de determinar los tiempos de actuación de los sistemas de enfriamiento y extinción de incendios, se considera el caudal determinado en las simulaciones y el volumen interno de las tuberías que corresponden a cada escenario de incendio, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 26*Tiempo de Actuación de Sistema de Enfriamiento y Extinción de Incendios*

ESCENARIO	SISTEMA ACTIVADO	TANQUES AFECTADOS	FLUJO VOL. (gal/min)	VOLUMEN DE TUBERÍA (gal)	TIEMPO DE RES. (minutes)
INCENDIO TK-41	ENFRIAMIENTO	TK-42(100%)	3172	2773.01	0.87
		TK-47(25%)	1944	1549.21	0.80
	ESPUMA	TK-41	448.7	675.55	1.51
INCENDIO TK-42	ENFRIAMIENTO	TK-41(100%)	2773	2732.09	0.99
		TK-43(50%)	1236	1855.24	1.50
		TK-43(50%)	1255	1741.00	1.39
	ESPUMA	TK-42	399.5	300.47	0.75
INCENDIO TK-43	ENFRIAMIENTO	TK-42(100%)	2428	2773.01	1.14
		TK-44(50%)	1112	1113.88	1.00
		TK-48(25%)	1441	1797.86	1.25
	ESPUMA	TK-43	323.4	764.76	2.36
INCENDIO TK-44	ENFRIAMIENTO	TK-43(50%)	1333	1855.24	1.39
		TK-43(50%)	1149	1741.00	1.52
		TK-45(100%)	2604 / 1282	3275.34 / 169.38	1.39
		TK-49(25%)	2604 / 1322	3275.34 / 74.08	1.31
	ESPUMA	TK-44	340.6	812.87	2.39
INCENDIO TK-45	ENFRIAMIENTO	TK-44(50%)	2221	2126.05	0.96
		TK-46(100%)	2504	2205.83	0.88
	ESPUMA	TK-45	190.4	679.46	3.57
INCENDIO TK-46	ENFRIAMIENTO	TK-45(100%)	5512 / 2662	3275.34 / 169.38	0.66
		TK-49(25%)	5512 / 2850	3275.34 / 74.08	0.62
	ESPUMA	TK-46	286.6	765.30	2.67
INCENDIO TK-47	ENFRIAMIENTO	TK-41(100%)	2727	2732.09	1.00
		TK-48(25%)	1765	903.37	0.51
	ESPUMA	TK-47	616.2	784.61	1.27
		TK-47	593.5	720.68	1.21
INCENDIO TK-48	ENFRIAMIENTO	TK-43(50%)	1032	1855.24	1.80
		TK-47(25%)	2630 / 1377	2628.20 / 235.36	1.17
		TK-49(25%)	2630 / 1254	2628.20 / 529.80	1.42
	ESPUMA	TK-48	624.4	1750.40	2.80
		TK-48	628.5	1208.16	1.92
INCENDIO TK-49	ENFRIAMIENTO	TK-44(50%)	1007	1113.88	1.11
		TK-44(50%)	955.4	2126.05	2.23

	TK-46(100%)	1084	2205.32	2.03
	TK-48(25%)	1205	2232.15	1.85
ESPUMA	TK-49	592	2242.00	3.79
	TK-49	588.2	2072.61	3.52

La determinación de los tiempos de respuesta de los sistemas fijos (sistema de enfriamiento y extinción de incendios) se determinaron sin considerar restricciones aguas debajo de la válvula de diluvio, debido a que la tubería se encuentra vacía.

Para enfriamiento de techos se empleará chorros externos mediante monitores hidrantes, estos monitores hidrantes serán operados de forma manual por la brigada contra incendios.

De acuerdo al Estudio de Riesgos ER-0922019-09-001, el tiempo de respuesta ante un incendio en el interior del Terminal de Abastecimiento de Combustibles Líquidos de Mollendo, es de cuatro (04) minutos, contados desde la activación de la alarma contra incendio hasta que la brigada contra incendio comience a combatirlo.

IV. APORTES REALIZADOS

- 4.1.** El diseño del sistema contra incendios para los nuevos tanques de almacenamiento de combustibles derivados del petróleo que se instalarán en el cubeto 4, contarán con un nivel razonable de protección a la vida, a las instalaciones y al medio ambiente, dicho sistema de protección contra incendio estará constituido por los siguientes sub sistemas:
- Sistema de Enfriamiento
 - Sistema de Extinción de Incendios a Base de Espuma
- 4.2.** La implementación de un sistema de enfriamiento evita, en el caso de incendio, que no se propague al resto de tanques, controlando la radiación térmica para que no ocurra un evento en cadena catastrófica.
- 4.3.** La implementación de un sistema de extinción de incendios a base de espuma reduce considerablemente la emisión de gases generados por el incendio en un tanque de combustible.
- 4.4.** La implementación de este proyecto promovería el desarrollo de obras civiles, eléctricas, mecánicas, sanitarias entre otras especialidades, que se desarrollarían con mano de obra local.
- 4.5.** Se modificará la red de contra incendios instalada, adaptando un anillo en la red principal, para la implementación de monitores contra incendios giratorios, que no se limitan al enfriamiento del techo.

V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

5.1. Discusiones

1. Abastecimiento de Agua

La Terminal cuenta con un sistema de bombeo contra incendios compuesto por 3 motobombas de caudal 3000 gpm y TDH 160 psid cada una.

De acuerdo a los cálculos realizados, la demanda de agua requerida para los eventos de incendios evaluados oscila de 2,627 gpm a 5,644 gpm, estos caudales pueden ser suplidos por la activación de las bombas existentes, activándose como máximo dos (02) bombas de acuerdo a la demanda.

2. Capacidad de Agua Requerida

La Terminal cuenta con un tanque de almacenamiento de agua para uso contra incendios, con una capacidad de 6,080.00 m³.

De acuerdo a los cálculos realizados, el escenario de mayor consumo de agua es el escenario de incendio del tanque TK-49, por ser el de mayor consumo, siendo este consumo de 4,366.25 m³, de donde se puede verificar que el tanque de agua contra incendio existente puede suplir la demanda de agua contra incendios ante cualquier evento de incendio en los tanques de almacenamiento de combustibles que se instalarán en el Cubeto N° 4.

3. Tiempo de Activación del Sistema Contra Incendios

De acuerdo al Estudio de Riesgos ER-0922019-09-001, el tiempo de respuesta ante un incendio en el interior de la Terminal de Abastecimiento de Combustibles Líquidos de Mollendo, es de cuatro

(04) minutos, contados desde la activación de la alarma contra incendio hasta que la brigada contra incendio comience a combatirlo.

Así mismo la activación del sistema de enfriamiento y extinción de incendios oscila desde los 31 segundos hasta los 3 minutos con 47 segundos, estando dentro del tiempo de respuesta de la Terminal.

5.2. Conclusiones

1. Mediante los cálculos hidráulicos desarrollados, se logró diseñar y dimensionar el sistema de enfriamiento y sistema de extinción de incendios, para los tanques de almacenamiento de combustibles que se instalarán en el cubeto 4 de la Terminal MONTEAZUL SUR – MOLLENDO
2. Se determino los parámetros mínimos normativos requeridos para el sistema de enfriamiento y sistema de extinción de incendios, de acuerdo a lo contemplado en el D.S 052-1993-EM, D.S. 043-2007-EM, NFPA 11, NFPA 15 y NFPA 24.
3. Se determino los escenarios de incendio, acorde con los eventos más desfavorables establecidos en el estudio de riesgos de la Terminal, garantizando la operatividad y confiabilidad para la determinación de los sistemas de enfriamiento y sistemas de extinción de incendios para los tanques de almacenamiento de combustible que se instalarán en el cubeto 4 de la Terminal MONTEAZUL SUR – MOLLENDO.
4. Se determino los diámetros óptimos de tuberías que se utilizarán para la implementación del sistema de enfriamiento y sistema de extinción de incendios mediante un modelo hidráulico realizado en el software AFT Fathom 10.0.
5. Se determino los equipos para el sistema de enfriamiento y sistema de extinción de incendios, mediante el modelo hidráulico desarrollado;

se determinaron los parámetros de operación en las boquillas aspersoras (spray nozzle) más desfavorables, conforme a NFPA 15, así mismo se determinaron los parámetros de operación de las cámaras de espuma, conforme a NFPA 11, lo que garantiza una correcta y adecuada protección para los tanques de almacenamiento de combustible que se instalarán en el cubeto 4 del Terminal MONTEAZUL SUR – MOLLENDO.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1.** De acuerdo a los requerimientos del Cliente, la activación del sistema de protección contra incendios para los tanques de almacenamiento de combustibles que se instalarán en el cubeto 4, es de manera manual-remota, esta activación depende de la respuesta de una persona (operador) para el adecuado funcionamiento del sistema.

Si bien este tipo de activación está permitida por la autoridad competente, se recomienda realizar la instalación de un sistema de activación automático, de tal forma, que la activación de los sistemas de enfriamiento y extinción de incendio se activen inmediatamente sin la necesidad de la operación de una persona (operador).

- 6.2.** Para el enfriamiento de los techos ante un evento de incendio, se están utilizando monitores contra incendios, estos equipos son operados de manera manual in-situ, para la activación de dichos equipos se requiere la respuesta inmediata de una persona (operador).

Se recomienda que la activación de estos equipos sea de manera automática, auto direccionables mediante un sistema de detección, de acuerdo a los escenarios de incendios evaluados, esto dará una respuesta inmediata para el enfriamiento requerido.

VII. BIBLIOGRAFIA

Albán Aráuz, C. (2006). *Diseño de un Sistema Contra Incendio para Tanques de Almacenamiento de Diésel para la Empresa Termopichincha Central Santa Rosa*. Sangolqui: Escuela Politécnica del Ejercito. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/265>

ASSOCIATION, N. F. (2016). *NFPA 25: Norma para la inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendios a base de agua*. Massachusetts: Estándar Internacional. Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=25>

Crane. (1992). *Flujo de Fluidos*. México: Mc Graw-Hill.

EL PERUANO. (18 de noviembre de 1993). Decreto Supremo N° 052-1993-EM: Aprueban el Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos. *El Peruano*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/normas-legales/732279-052-93-em>

EL PERUANO. (22 de julio de 2001). Decreto Supremo N° 045-2001-EM: Aprueban Reglamento para la Comercialización de Combustibles Líquidos y OPDH. *El Peruano*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/normas-legales/732267-045-2001-em>

EL PERUANO. (23 de octubre de 2002). Decreto Supremo N° 032-2002-EM: prueban “Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos”. *El Peruano*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/normas-legales/728461-032-2002-em>

EL PERUANO. (22 de agosto de 2007). Decreto Supremo N° 043-2007-EM: Aprueban el Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos y Modifican Diversas Disposiciones. *El Peruano*. Obtenido

de

http://www.minem.gob.pe/_legislacionM.php?idSector=5&idLegislacion=5607

Fernández Daza, P. (2015). *Sistema de Protección Contra Incendios de un Terminal de Almacenamiento de Hidrocarburos*. Sevilla: Universidad de Sevilla. Obtenido de

<https://ingemecanica.com/proyectos/objetos/proyecto148/doc1pro148.pdf>

Johana, C. P., & Alex, P. T. (2009). *Actualización del Sistema Contra Incendio de la Estación de Producción Shushufindi Central de Petroproducción*. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Obtenido de

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1797>

Mendoza Bruno, L. (2014). *Diseño Hidráulico de un Sistema de Protección Contra Incendio para el Patio de Tanques de Almacenamiento de Diésel B5 – Unidad Minera Toquepala*. Toquepala: Univesidad Nacional del Callao. Obtenido de

<http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/340>

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. (2016). *NFPA 11: Estándar para Espuma de Baja, Media y Alta Expansión*. Massachusetts: Estándar internacional. Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=11>

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. (2017). *NFPA 15: Estándar para Sistemas Fijos de Pulverización de Agua para Protección Contra Incendios*. Massachusetts: Estándar internacional. Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=15>

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. (18 de noviembre de 2018). *NFPA 1: Código de Fuego*. Massachusetts: Estándar internacional. Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=1>

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. (2018). *NFPA 30: Código de Líquidos Inflamables y Combustibles*. Massachusetts: Estándar internacional. Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=30>

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. (2019). *NFPA 14: Estándar para la Instalación de Sistemas de Tuberías Verticales y Mangueras*. Massachusetts: Estándar internacional. Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=14>

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. (2019). *NFPA 20: Estándar para la Instalación de Bombas Estacionarias para Protección Contra Incendios*. Massachusetts: Estándar internacional. Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=20>

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. (2019). *NFPA 24: Estándar para la Instalación de Redes Privadas de Bomberos y sus Accesorios*. Massachusetts: Estándar internacional. Obtenido de <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=24>

Pablo León, M. (2017). *Mejoramiento del Sistema de Enfriamiento de Protección Contra Incendio de 4000 gpm para la Planta de Almacenamiento de Hidrocarburos. Terminal Supe*. Supe: Universidad Nacional del Callao. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/3484>

Rosario, A. V., & Luis, A. G. (2004). *Diseño Hidráulico de Sistemas Contra Incendio Mediante Simulación Numérica*. Universidad Mayor de San Marcos. Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/784>

ANEXOS

Anexo A. Cálculo de parámetros de operación mínimos de los sistemas de enfriamiento y extinción de incendios.

Tabla A: Parámetros de Operación del Sistema de Enfriamiento

TANQUE	PRODUCTO	TIPO DE TECHO	ALTURA (H)	DIÁMETRO (D)	RATE	CAUDAL POR ANILLO Q _{tor}	DIÁMETRO NOMINAL DE ANILLO	# DE ASPERSORES POR ANILLO N _{asp}	# DE ANILLOS	SECCIONES POR ANILLO	LONG - ARCO ENTRE ASP L _{asp}	ÁNGULO DEFLECTOR	CAUDAL POR ASPERSOR Q _{asp}	PRESIÓN MÍNIMA	FACTOR k COMERCIAL	PRESIÓN MÍNIMA REQUERIDA P _{req}
			Pie	Pie	gpm/pie ²	gpm	pulg				m		gpm	psi	GPM/PSI ^{1/2}	Psi
TK-41	Gasolina 95	TSI	55.12	55.77	0.15	1,448.67	4	44	1	1	1.30	110	32.92	20.00	7.2	52.24
TK-42	Gasolina 95	TSI	55.12	55.77	0.15	1,448.67	4	44	1	1	1.30	110	32.92	20.00	7.2	52.24
TK-43	Gasolina 90	TSI	55.12	55.77	0.15	1,448.67	3	44	1	2	1.30	110	32.92	20.00	5.6	47.86
TK-44	Gasolina 90	TSI	55.12	55.77	0.15	1,448.67	3	44	1	2	1.30	110	32.92	20.00	5.6	47.86
TK-45	B100	TF	55.12	30.68	0.15	796.77	3	24	1	1	1.38	110	33.20	20.00	5.6	52.87
TK-46	Etanol	TSI	55.12	30.68	0.15	796.77	3	24	1	1	1.38	110	33.20	20.00	5.6	52.87
TK-47	Diésel	TF	70.54	102.03	0.15	3,391.64	4/4/4	96	1	3	1.06	110	35.33	20.00	7.2	67.38/30.05/27.69
TK-48	Diésel	TF	70.54	102.03	0.15	3,391.64	4	96	1	4	1.06	110	35.33	20.00	7.2	30.05
TK-49	Diésel	TF	70.54	102.03	0.15	3,391.64	4/4/4	96	1	3	1.06	110	35.33	20.00	7.2	67.38/30.05/27.69

FORMULAS USADAS

- $A_{enf} = \pi \times D \times H$ Donde D es el diámetro del tanque incendiado en (m), H es la altura del tanque incendiado, A_{enf} es el área enfriada del tanque en (m² y pie²).
- $Q_{tor} = A_{enf} \times R$; Donde A_{enf} es el área incendiada en (pie²), R es el rate de aplicación del toroide de enfriamiento en (GPM/pie²), Q_{tor} es el caudal mínimo que requiere el toroide de enfriamiento expresada en (GPM).
- N_{asp} ; Es definido de forma manual mediante distribución geométrica en CAD, considerando la cobertura de un aspersor.
- $L_{sep} = \frac{Perimetro}{N_{asp}}$ Donde el perímetro es expresado en (m), N_{asp} es el número de aspersores en el toroide.
- $Q_{asp} = \frac{Q_{tor}}{N_{asp}}$ Donde Q_{tor} es el caudal mínimo que requiere el toroide en (GPM), N_{asp} es el número de aspersores en el toroide, Q_{asp} es el caudal de un aspersor expresado en (GPM).
- $K_{teorico} = \frac{Q_{asp}}{\sqrt{P_{min}}}$ Donde Q_{asp} es el caudal de un aspersor expresado en (GPM), P_{min} es la presión mínima requerida por la NFPA 15, sección 8.1.2, K_{teorico} es el factor K de descarga de un aspersor.
- $P_{req} = \left(\frac{Q_{asp}}{K_{com}} \right)^2$; Donde Q_{asp} es el caudal de un aspersor en (GPM), K_{com} es el factor K de descarga comercial, P_{req} es la presión mínima requerida por el aspersor hidráulicamente más desfavorable usando el factor K comercial.

Tabla B: Parámetros de Operación del Sistema de Espuma

TANQUE	PRODUCTO	TIPO DE TECHO	ALTURA (H)	DIÁMETRO (D)	NÚMERO DE CÁMARAS	RATE	ÁREA INCENDIADA	CAUDAL REQUERIDO SOLUCIÓN DE ESPUMA	TIEMPO DE APLICACIÓN	VOLUMEN DE CONCENTRADO DE ESPUMA	CAUDAL POR CÁMARA/ GENERADOR	Factor "k" TEÓRICO	PRESIÓN MÍNIMA REQUERIDA
			Pie	Pie		GPM/pie ²	pie ²	GPM	min	GAL	GPM		PSI
			TK-41	Gasolina 95		TSI	55.12	55.77	1	0.10	2,443.19		244.32
TK-42	Gasolina 95	TSI	55.12	55.77	1	0.10	2,443.19	244.32	55.00	403.13	244.32	33.51	53.16
TK-43	Gasolina 90	TSI	55.12	55.77	1	0.10	2,443.19	244.32	55.00	403.13	244.32	33.51	53.16
TK-44	Gasolina 90	TSI	55.12	55.77	1	0.10	2,443.19	244.32	55.00	403.13	244.32	33.51	53.16
TK-45	B100	TF	55.12	30.68	1	0.10	739.07	73.91	30.00	66.52	73.91	9.58	59.48
TK-46	Etanol	TSI	55.12	30.68	1	0.15	739.07	110.86	55.00	182.92	110.86	12.23	82.20
TK-47	Diésel	TF	70.54	102.03	2	0.10	8,176.75	817.68	30.00	735.91	408.84	59.29	47.55
TK-48	Diésel	TF	70.54	102.03	2	0.10	8,176.75	817.68	30.00	735.91	408.84	59.29	47.55
TK-49	Diésel	TF	70.54	102.03	2	0.10	8,176.75	817.68	30.00	735.91	408.84	59.29	47.55

FÓRMULAS USADAS

- $A_{inc} = \frac{\pi \times D^2}{4}$ Donde D es el diámetro del tanque incendiado en (pie), A_{inc} es el área incendiada en (pie²)
- $Q_{req} = R \times A_{inc}$; Donde R es el rate de descarga en el tanque incendiado en (GPM/pie²), A_{inc} es el área incendiada en (pie²), Q_{req} es el caudal requerido de solución agua-espuma expresada en (GPM).
- $V_{esp} = T_{apl} \times A_{inc}$; Donde T_{apl} es el tiempo de aplicación del concentrado de espuma en (min), Q_{req} es el caudal mínimo requerido de solución agua-espuma en (GPM), V_{esp} es el volumen de solución agua-espuma requerido en (Gal).
- $Q_{cam} = \frac{Q_{req}}{N_{cam}}$ Donde N_{cam} es el número de cámaras generadoras de espuma por tanque, Q_{req} es el caudal mínimo requerido de solución agua-espuma en (GPM).
- K es el factor de descarga expresada en GPM/PSI^{1/2}, es seleccionado por el diseñador en el rango que el fabricante lo permite.
- $P_{req} = \left(\frac{Q_{cam}}{K}\right)^2$ Q_{cam} es el caudal de una cámara generadora de espuma expresado en (GPM), P_{req} es la presión mínima requerida por la cámara de espuma expresada en (PSI).

Anexo B. Determinación de diámetro de anillos

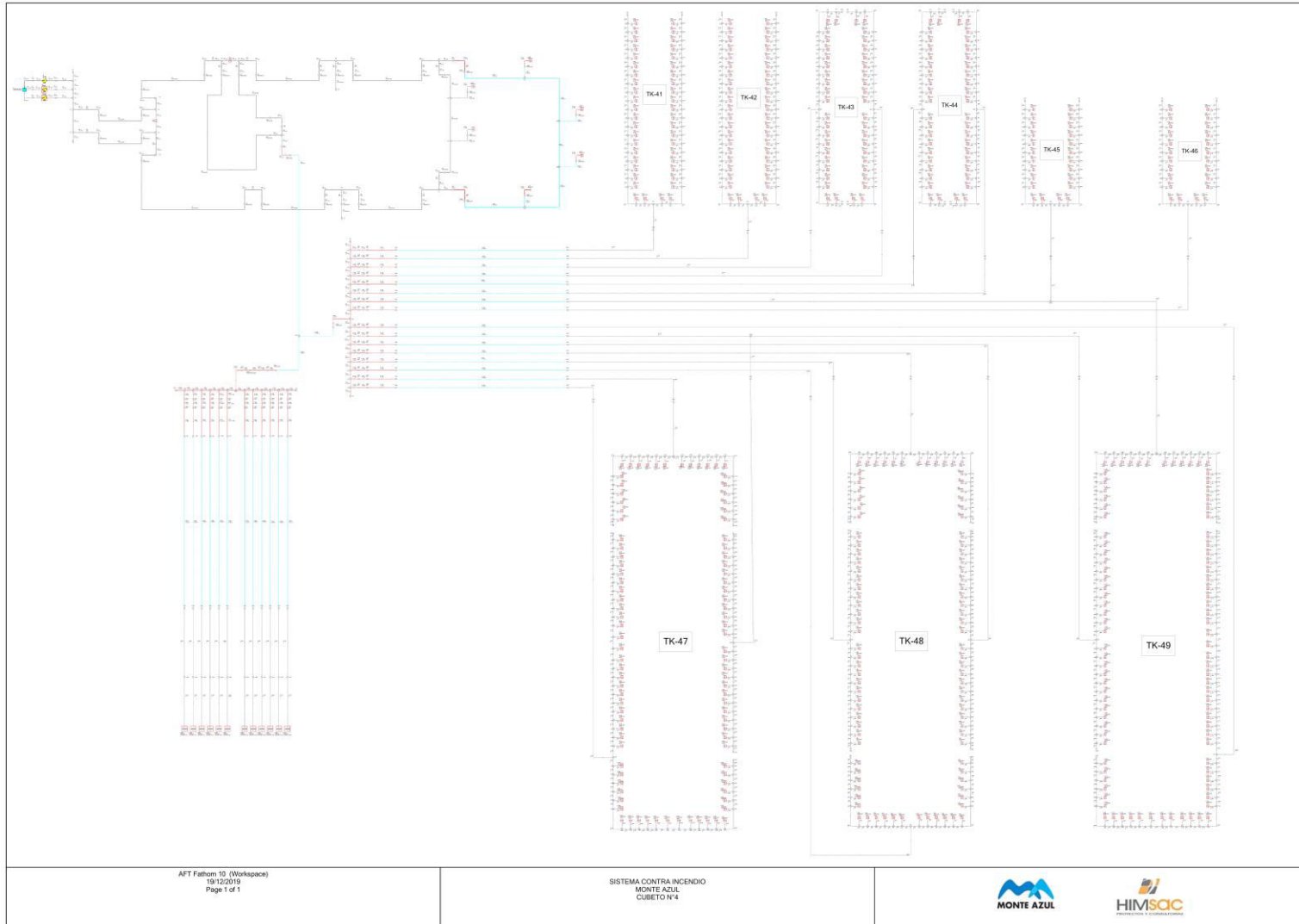
PARÁMETROS DE DISEÑO DE ANILLO DE ENFRIAMIENTO TK-41

Número de aspersores		44
Número de aspersores por sección		44
Caudal Total	GPM	1,448.67
Caudal de Ramal	GPM	724.33
Presión de Ingreso	PSI	52.24
K Total Teórico		316.8
K Total Real		200.44
K Comercial		7.20
Altura del tanque	m	16.80



TRAMO	K	C	Diámetro (Pulg)		Caudal		Accesorios			Longitud (m)	ΔH (m)	Velocidad (m/s)	Perdidas por (PSI/m)	Presión (PSI)				
			Ønom	Øint	(GPM)	(GPM)	(Und.)	(Tipo)	Lequ(m)					Ptfin	Ph	Pv	Pting	
1 - 2	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	0.25	0.002	Ptfin	20.91	Pting	20.92
					Q	32.92	1	codo 90°	3.1	L. equi	4.40				Ph	0.00	Pv	0.00
					Q	32.92	0	Tee	0						Pf	0.01	Pn	20.91
2 - 3	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	0.50	0.006	Ptfin	20.92	Pting	20.95
					Q	65.85	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	0.02
					Q	65.85	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	0.02	Pn	20.93
3 - 4	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	0.76	0.012	Ptfin	20.97	Pting	21.02
					Q	98.77	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	0.04
					Q	98.77	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	0.05	Pn	20.98
4 - 5	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	1.01	0.020	Ptfin	21.08	Pting	21.16
					Q	131.70	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	0.07
					Q	131.70	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	0.09	Pn	21.09
5 - 6	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	1.26	0.030	Ptfin	21.25	Pting	21.38
					Q	164.62	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	0.12
					Q	164.62	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	0.13	Pn	21.27
6 - 7	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	1.51	0.042	Ptfin	21.51	Pting	21.70
					Q	197.55	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	0.17
					Q	197.55	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	0.19	Pn	21.53
7 - 8	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	1.77	0.056	Ptfin	21.88	Pting	22.13
					Q	230.47	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	0.23
					Q	230.47	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	0.25	Pn	21.90
8 - 9	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	2.02	0.072	Ptfin	22.38	Pting	22.69
					Q	263.39	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	0.30
					Q	263.39	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	0.32	Pn	22.40
9 - 10	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	2.27	0.089	Ptfin	23.01	Pting	23.40
					Q	296.32	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	0.37
					Q	296.32	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	0.39	Pn	23.02
10 - 11	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	2.52	0.108	Ptfin	23.79	Pting	24.27
					Q	428.02	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	0.46
					Q	428.02	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	0.48	Pn	23.80
11 - 12	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	2.78	0.129	Ptfin	24.74	Pting	25.31
					Q	362.17	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	0.56
					Q	362.17	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	0.57	Pn	24.75
12 - 13	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	3.03	0.152	Ptfin	25.88	Pting	26.54
					Q	395.09	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	0.66
					Q	395.09	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	0.67	Pn	25.88
13 - 14	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	3.28	0.176	Ptfin	27.21	Pting	27.88
					Q	428.02	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	0.78
					Q	428.02	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	0.77	Pn	27.20
14 - 15	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	3.53	0.202	Ptfin	28.76	Pting	29.65
					Q	480.94	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	0.90
					Q	480.94	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	0.89	Pn	28.74
15 - 16	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	3.79	0.229	Ptfin	30.53	Pting	31.54
					Q	493.86	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	1.04
					Q	493.86	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	1.01	Pn	30.50
16 - 17	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	4.04	0.258	Ptfin	32.55	Pting	33.68
					Q	526.79	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	1.18
					Q	526.79	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	1.14	Pn	32.50
17 - 18	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	4.29	0.289	Ptfin	34.82	Pting	36.09
					Q	559.71	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	1.33
					Q	559.71	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	1.27	Pn	34.76
18 - 19	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	4.54	0.321	Ptfin	37.36	Pting	38.77
					Q	592.64	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	1.50
					Q	592.64	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	1.41	Pn	37.28
19 - 20	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	4.80	0.355	Ptfin	40.18	Pting	41.74
					Q	625.56	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	1.67
					Q	625.56	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	1.56	Pn	40.08
20 - 21	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	5.05	0.390	Ptfin	43.31	Pting	45.02
					Q	658.49	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	1.85
					Q	658.49	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	1.72	Pn	43.18
21 - 22	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	1.30	0	5.30	0.427	Ptfin	46.74	Pting	48.62
					Q	691.41	1	codo 90°	3.1	L. tub	1.30				Ph	0.00	Pv	2.04
					Q	691.41	0	Tee	0	L. equi	4.40				Pf	1.88	Pn	46.58
22 - 23	7.2	120	4	4.03	q	32.92	0	codo 45°	0	L. tub	0.65	0	5.55	0.465	Ptfin	50.49	Pting	52.24
					Q	724.33	1	codo 90°	3.1	L. tub	0.65				Ph	0.00	Pv	2.23
					Q	724.33	0	Tee	0	L. equi	3.75				Pf	1.74	Pn	50.00

Anexo C. Modelo hidráulico – cubeto N°4





General

Título: AFT Fathom Model
Archivo de Entrada: C:\Users\Angel Yacila\Desktop\SCI - MONTE AZUL\SCI - CUBETO 4 - MONTE AZUL.fth
Escenario: Base Scenario

Número de Tuberías= 1381
Número de Empalmes= 1376

Tolerancia Presión/Cabezal= 0.0001 cambio relativo
Tolerancia de Rata de Flujo= 0.0001 cambio relativo
"Flow Relaxation"= (Automático)
Presión Relajación= (Automático)

Modelo Constante de Propiedades de Fluido
Base de Datos de Fluido: AFT Standard
Fluido: AGUA CONTRA INCENDIO (Water at 1 atm)
Data Máx Temperatura de Fluido= 212 deg. F
Data Min Temperatura de Fluido= 32 deg. F
Temperatura= 15 deg. C
Densidad= 999.1884 kg/m3
Viscosidad= 1.14502 centipoise
Presión de Vapor= 0.01639 atm

Modelo de Viscosidad= Newtonian
Aplice corrección laminar y no-Newtoniana a: Accesorios de Tubería y Pérdidas, Factores K del Empalme, Pérdidas especiales del Empalme, Polinomiales del Empalme
Correcciones aplicadas a los siguientes empalmes: Branch, Reservoir, Assigned Flow, Assigned Pressure, Area Change, Bend, Tee or Wye, Spray Discharge, Relief Valve
Método de longitud equivalente (Métrico) activo

Presión Ambiental (constante)= 1 atm
Aceleración de Gravedad= 1 g
Flujo Turbulento encima de Número de Reynolds= 4000
Flujo Laminar debajo de Número de Reynolds= 2300

Pipes

Pipe	Name	Pipe Defined	Length	Length Units	Hydraulic Diameter	Hydraulic Diam. Units	Friction Data Set	Roughness	Roughness Units	Added Equivalent Length	Equivalent Length Units	Junctions (Up,Down)	Geometry	Material	Size	Type	Special Condition
1	Pipe	Yes	10.8	meters	12	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams	8.20	meters	5, 2	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	12 inch	STD	None
2	Pipe	Yes	10.8	meters	12	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams	8.20	meters	6, 4	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	12 inch	STD	None
3	Pipe	Yes	10.8	meters	12	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams	8.20	meters	7, 3	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	12 inch	STD	None
4	Pipe	Yes	1	meters	12	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams			1, 5	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	12 inch	STD	None
5	Pipe	Yes	1	meters	12	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams			1, 6	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	12 inch	STD	None
6	Pipe	Yes	1	meters	12	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams			1, 7	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	12 inch	STD	None
7	Pipe	Yes	1	meters	10.02	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams			2, 8	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	10 inch	STD (schedule 40)	None
8	Pipe	Yes	11.8	meters	12	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams	64.81	meters	8, 11	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	12 inch	STD	None
9	Pipe	Yes	1	meters	10.02	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams			3, 9	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	10 inch	STD (schedule 40)	None
10	Pipe	Yes	11.8	meters	12	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams	64.81	meters	9, 13	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	12 inch	STD	None
11	Pipe	Yes	1	meters	10.02	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams			4, 10	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	10 inch	STD (schedule 40)	None
12	Pipe	Yes	11.8	meters	12	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams	64.81	meters	10, 14	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	12 inch	STD	None
13	Pipe	Yes	1	meters	15.25	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams			11, 12	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	16 inch	STD (schedule 30)	None
14	Pipe	Yes	5	meters	15.25	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams			11, 13	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	16 inch	STD (schedule 30)	None
15	Pipe	Yes	5	meters	15.25	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams			13, 14	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	16 inch	STD (schedule 30)	None
16	Pipe	Yes	1.5	meters	15.25	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams			14, 15	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	16 inch	STD (schedule 30)	None
17	Pipe	Yes	1.5	meters	15.25	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams			15, 16	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	16 inch	STD (schedule 30)	None
18	Pipe	Yes	1	meters	15.25	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams			16, 17	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	16 inch	STD (schedule 30)	None
19	Pipe	Yes	0.7	meters	15.25	inches	Unspecified		120 C Hazen-Williams			15, 18	Cylindrical Pipe	Steel - ANSI	16 inch	STD (schedule 30)	None



Dead End	Name	Object Defined	Inlet Elevation	Elevation Units	Connected Pipes (+ = in, - = out)
723	Dead End	Yes	61.14	meters	701
724	Dead End	Yes	61.14	meters	702
799	Dead End	Yes	66.37	meters	765
822	Dead End	Yes	66.37	meters	787
850	Dead End	Yes	66.37	meters	816
873	Dead End	Yes	66.37	meters	838
901	Dead End	Yes	66.37	meters	867
924	Dead End	Yes	66.37	meters	889
952	Dead End	Yes	66.37	meters	918
975	Dead End	Yes	66.37	meters	940
1003	Dead End	Yes	66.37	meters	969
1026	Dead End	Yes	66.37	meters	991
1054	Dead End	Yes	66.37	meters	1020
1077	Dead End	Yes	66.37	meters	1042
1105	Dead End	Yes	66.37	meters	1071
1179	Dead End	Yes	66.37	meters	1144
1300	Dead End	Yes	66.37	meters	1175
1351	Dead End	Yes	66.37	meters	1226
1374	Dead End	Yes	66.37	meters	1248
1425	Dead End	Yes	66.37	meters	1299
1453	Dead End	Yes	66.37	meters	1328
1476	Dead End	Yes	66.37	meters	1350
1577	Dead End	Yes	32.35	meters	1472
1592	Dead End	Yes	32.35	meters	1480

Pump Table

Pump	Name	Object Defined	Inlet Elevation	Elevation Units	Special Condition	Pump Type	Independent Variable	Ind. Variable Units	Dependent Variable	Dep. Variable Units	Pump Curve Constant a	Pump Curve Constant b	Pump Curve Constant c	Pump Curve Constant d	Pump Curve Constant e	Runout Flow Rate	Runout Flow Rate Units	Speed
2	BOMBA SCI 001	Yes	32.2	meters	None	Pump Curve	Vol. Flow Rate	gal/min	Pressure Rise	psid	183.2857	-0.001089286	-2.120536E-06	0	0	4500	gal/min	100
3	BOMBA SCI 002	Yes	32.2	meters	Off	Pump Curve	Vol. Flow Rate	gal/min	Pressure Rise	psid	183.2857	-0.001089286	-2.120536E-06	0	0	4500	gal/min	100
4	BOMBA SCI 003	Yes	32.2	meters	Off	Pump Curve	Vol. Flow Rate	gal/min	Pressure Rise	psid	183.2857	-0.001089286	-2.120536E-06	0	0	4500	gal/min	100

Reservoir Table

Reservoir	Name	Object Defined	Liquid Elev.	Liquid Elev. Units	Surface Pressure	Surface Pressure Units
1	TANQUE DE AGUA CONTRA INCENDIO	Yes	34	meters	0	psig

Spray Discharge Table

Spray Discharge	Name	Object Defined	Inlet Elevation	Elevation Units	Spray Type	Exit Pressure	Exit Pressure Units	Loss Model	Loss Value	Number of Holes
144	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
146	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
148	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
150	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1

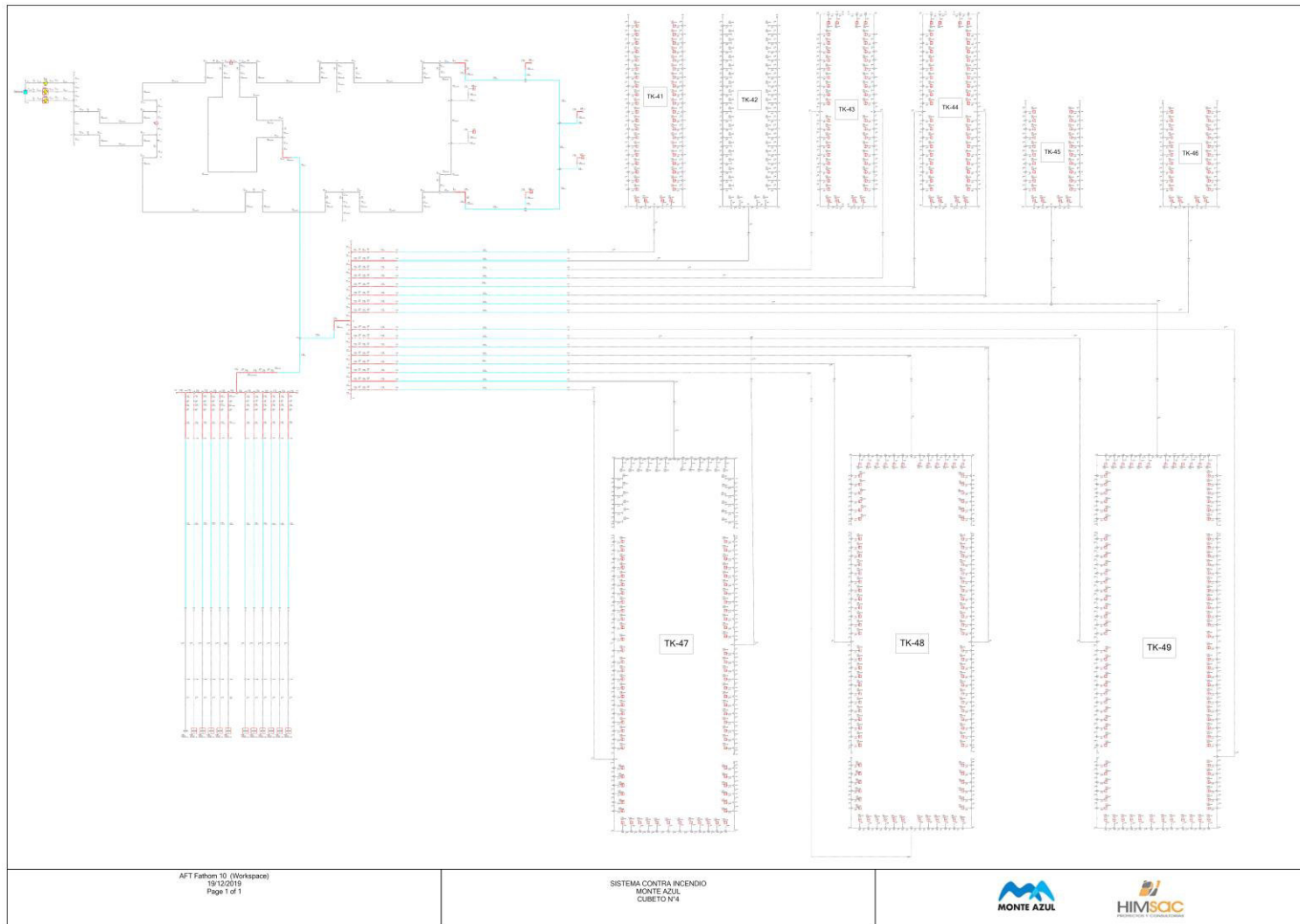


Spray Discharge	Name	Object Defined	Inlet Elevation	Elevation Units	Spray Type	Exit Pressure	Exit Pressure Units	Loss Model	Loss Value	Number of Holes
152	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
154	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
156	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
158	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
160	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
162	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
164	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
166	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
168	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
170	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
172	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
174	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
176	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
178	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
180	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
182	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
184	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
186	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
188	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
190	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
192	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
194	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
196	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
198	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
200	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
202	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
204	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
206	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
208	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
210	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
212	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
214	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
216	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
218	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
220	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
222	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
224	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
226	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
228	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
230	ASPERSOR TK-41	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
235	ASPERSOR TK-42	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
237	ASPERSOR TK-42	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
239	ASPERSOR TK-42	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
241	ASPERSOR TK-42	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
243	ASPERSOR TK-42	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
247	ASPERSOR TK-42	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
251	ASPERSOR TK-42	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
255	ASPERSOR TK-42	Yes	62.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1



Spray Discharge	Name	Object Defined	Inlet Elevation	Elevation Units	Spray Type	Exit Pressure	Exit Pressure Units	Loss Model	Loss Value	Number of Holes
1418	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1419	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1422	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1423	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1427	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1429	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1442	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1443	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1444	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1445	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1446	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1447	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1448	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1449	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1450	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1451	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1452	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1454	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1457	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1458	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1461	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1462	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1465	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1466	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1469	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1470	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1473	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1474	ASPERSOR TK-47	Yes	66.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	7.2	1
1656	CÁMA DE ESPUMA TK-41	Yes	63.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	33.51	1
1658	CÁMA DE ESPUMA TK-42	Yes	63.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	33.51	1
1660	CÁMA DE ESPUMA TK-43	Yes	63.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	33.51	1
1662	CÁMA DE ESPUMA TK-44	Yes	63.04	meters	Sparger	1	atm	K Constant	33.51	1
1664	CÁMA DE ESPUMA TK-45	Yes	62.14	meters	Sparger	1	atm	K Constant	9.58	1
1666	CÁMA DE ESPUMA TK-46	Yes	62.14	meters	Sparger	1	atm	K Constant	12.23	1
1668	CÁMA DE ESPUMA TK-47A	Yes	67.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	59.29	1
1670	CÁMA DE ESPUMA TK-47B	Yes	67.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	59.29	1
1672	CÁMA DE ESPUMA TK-48A	Yes	67.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	59.29	1
1674	CÁMA DE ESPUMA TK-48B	Yes	67.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	59.29	1
1676	CÁMA DE ESPUMA TK-49A	Yes	67.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	59.29	1
1678	CÁMA DE ESPUMA TK-49B	Yes	67.37	meters	Sparger	1	atm	K Constant	59.29	1
1680	Spray Discharge	Yes	45.1	meters	Sparger	1	atm	K Constant	35	1
1682	MONITOR	Yes	45.1	meters	Sparger	1	atm	K Constant	35	1
1686	MONITOR	Yes	54	meters	Sparger	1	atm	K Constant	35	1
1695	MONITOR	Yes	52	meters	Sparger	1	atm	K Constant	35	1
1697	MONITOR	Yes	49	meters	Sparger	1	atm	K Constant	35	1
1701	MONITOR	Yes	52	meters	Sparger	1	atm	K Constant	35	1

Anexo D. Cálculo hidráulico en Fathom 10.0 - escenario de incendio de tanque TK-41





Model Reference Information

Pump Summary

Empal	Resultados Diagrama	Nombre	Flujo Vol. (gal/min)	P Stan. Succión (psig)	P Stan. Desc. (psig)	dP Stan. (psid)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
2	Mostrar	BOMBA SCI 001	3,775	1.102	150.1	148.9	35.91	N/D
X3	Mostrar	BOMBA SCI 002	0	2.558	145.0	N/D	N/D	N/D
X4	Mostrar	BOMBA SCI 003	0	2.558	145.0	N/D	N/D	N/D

Pipe Output Table

Tuberia	Nombre	Rata de Flujo Vol (gal/min)	Velocidad (meters/sec)	P Stag. En (psig)	P Stanc. Sal (psig)	dP Stag. Total (psid)	dPfw/dx (psi/100 ft)
1	Pipe	3,775.35	3.26437	-0.5255	1.1015	-1.62704496	1.4932959
2	Pipe	0.00	0.00000	0.0000	2.5581	-2.55812000	0.0000000
3	Pipe	0.00	0.00000	0.0000	2.5581	-2.55812000	0.0000000
4	Pipe	3,775.35	3.26437	-0.3861	-0.4351	0.04899265	1.4932959
5	Pipe	0.00	0.00000	0.0000	0.0000	0.00000000	0.0000000
6	Pipe	0.00	0.00000	0.0000	0.0000	0.00000000	0.0000000
7	Pipe	3,775.35	4.68194	150.0503	149.9324	0.11790895	3.5938647
8	Pipe	3,775.35	3.26437	149.7868	145.6069	4.17990476	1.4932959
9	Pipe	0.00	0.00000	145.0301	145.0301	0.00000000	0.0000000
10	Pipe	0.00	0.00000	145.0301	144.6037	0.42635113	0.0000000
11	Pipe	0.00	0.00000	144.9535	144.9535	0.00000000	0.0000000
12	Pipe	0.00	0.00000	144.9535	144.5271	0.42635113	0.0000000
13	Pipe	0.00	0.00000	145.6069	145.6069	0.00000000	0.0000000
14	Pipe	3,775.35	2.02126	144.6803	144.6041	0.07623439	0.4647248
15	Pipe	3,775.35	2.02126	144.6037	144.5275	0.07623439	0.4647248
16	Pipe	3,775.35	2.02126	144.5271	144.5043	0.02286991	0.4647166
17	Pipe	1,581.41	0.84666	144.4994	144.4948	0.00456494	0.0927595
18	Pipe	0.00	0.00000	144.4948	144.4948	0.00000000	0.0000000
19	Pipe	2,193.94	1.17460	144.2735	143.5590	0.71449566	0.1700802
20	Pipe	1,581.41	0.84666	144.4948	143.7821	0.71271993	0.0927595
21	Pipe	2,193.94	1.17460	143.5259	144.9014	-1.37541591	0.1700802
22	Pipe	1,581.41	0.84666	143.7641	145.2895	-1.52543909	0.0927595
23	Pipe	2,193.94	1.82602	144.9014	142.6259	2.27547362	0.3294660
24	Pipe	1,581.41	1.31621	145.2895	143.6608	1.62866755	0.1796864
25	Pipe	2,193.94	1.17460	142.6259	142.4782	0.14769600	0.1700802
26	Pipe	1,581.41	0.84666	143.6608	143.5157	0.14515923	0.0927595
27	Pipe	0.00	0.00000	140.9370	142.3582	-1.42117925	0.0000000
28	Pipe	0.00	0.00000	143.5157	142.0945	1.42117925	0.0000000
29	Pipe	1,581.41	0.84666	143.4533	142.0291	1.42422254	0.0927595
30	Pipe	1,581.41	0.84666	142.0111	142.0080	0.00304329	0.0927595
31	Pipe	1,581.41	0.84666	141.9258	143.4845	-1.55873025	0.0927595
32	Pipe	2,193.94	1.17460	142.3582	140.9315	1.42675931	0.1700802
33	Pipe	2,193.94	1.17460	140.7807	142.3356	-1.55492510	0.1700802
34	Pipe	2,193.94	1.82602	142.3356	136.1810	6.15465206	0.3294660
35	Pipe	2,193.94	1.17460	136.1810	134.8565	1.32450778	0.1700802
36	Pipe	2,193.94	1.17460	134.8234	134.8178	0.00558006	0.1700802
37	Pipe	0.00	0.00000	134.8178	134.8178	0.00000000	0.0000000
38	Pipe	2,193.94	1.17460	134.6978	135.7155	-1.01766992	0.1700802
39	Pipe	2,193.94	1.17460	135.6824	135.8189	-0.13653588	0.1700802
40	Pipe	0.00	0.00000	133.5271	133.5271	0.00000000	0.0000000
41	Pipe	-857.10	-0.45888	133.5271	133.5281	-0.00097887	-0.0298359

Terminal Ciego	Nombre	Rata de Flujo Vol. a través del Emp (gal/min)	P Stag. En (psig)	P Stag. Sal (psig)	dP Stag. Total (psid)	Factor de Pérdida (K)
1300	Dead End	0.00	83.8214	83.8214	0.00000000	0.00000
1351	Dead End	0.00	34.7760	34.7760	0.00000000	0.00000
1374	Dead End	0.00	36.2824	36.2824	0.00000000	0.00000
1425	Dead End	0.00	83.8214	83.8214	0.00000000	0.00000
1453	Dead End	0.00	84.4767	84.4767	0.00000000	0.00000
1476	Dead End	0.00	84.4767	84.4767	0.00000000	0.00000
1577	Dead End	0.00	136.7313	136.7313	0.00000000	0.00000
1592	Dead End	0.00	136.5736	136.5736	0.00000000	0.00000

Pump Table

Bomba	Nombre	Rata de Flujo Vol. a través del Emp (gal/min)	P Stag. En (psig)	P Stag. Sal (psig)	dP Stag. Total (psid)	Factor de Pérdida (K)
2	BOMBA SCI 001	3,775.35	1.1015	150.0503	-148.94876099	0.00000
X3	BOMBA SCI 002	0.00	2.5581	145.0301	N/D	0.00000
X4	BOMBA SCI 003	0.00	2.5581	144.9535	N/D	0.00000

Reservoir Table

Reservorio	Nombre	Rata de Flujo Vol. a través del Emp (gal/min)	P Stag. En (psig)	P Stag. Sal (psig)	dP Stag. Total (psid)	Factor de Pérdida (K)
1	TANQUE DE AGUA CONTRA INCENDIO		N/D	0.0000	0.0000	Ver Pérdidas Mult. Ver Pérdidas Mult.

Spray Discharge Table

Aspersor	Nombre	Rata de Flujo Vol. a través del Emp (gal/min)	P Stag. En (psig)	P Stag. Sal (psig)	dP Stag. Total (psid)	Factor de Pérdida (K)
X144	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X146	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X148	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X150	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X152	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X154	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X156	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X158	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X160	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X162	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X164	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X166	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X168	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X170	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X172	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X174	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X176	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X178	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X180	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X182	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X184	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X186	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X188	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000

Aspersor	Nombre	Rata de Flujo Vol. a través del Emp (gal/min)	P Stag. En (psig)	P Stag. Sal (psig)	dP Stag. Total (psid)	Factor de Pérdida (K)
X190	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X192	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X194	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X196	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X198	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X200	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X202	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X204	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X206	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X208	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X210	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X212	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X214	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X216	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X218	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X220	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X222	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X224	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X226	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X228	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
X230	ASPERSOR TK-41	0.00	88.3549	88.3549	N/D	0.00000
235	ASPERSOR TK-42	47.48	43.4930	0.0000	43.49304581	20.79433
237	ASPERSOR TK-42	47.25	43.0690	0.0000	43.06898880	20.79433
239	ASPERSOR TK-42	47.48	43.4930	0.0000	43.49304581	20.79433
241	ASPERSOR TK-42	47.25	43.0690	0.0000	43.06898880	20.79433
243	ASPERSOR TK-42	47.05	42.7045	0.0000	42.70447159	20.79433
247	ASPERSOR TK-42	47.22	43.0143	0.0000	43.01427841	20.79433
251	ASPERSOR TK-42	45.56	40.0370	0.0000	40.03703308	20.79433
255	ASPERSOR TK-42	44.04	37.4170	0.0000	37.41703033	20.79433
259	ASPERSOR TK-42	42.67	35.1200	0.0000	35.11997223	20.79434
263	ASPERSOR TK-42	41.43	33.1149	0.0000	33.11486053	20.79433
267	ASPERSOR TK-42	40.33	31.3736	0.0000	31.37364197	20.79433
271	ASPERSOR TK-42	39.35	29.8709	0.0000	29.87088776	20.79433
275	ASPERSOR TK-42	38.49	28.5835	0.0000	28.58345795	20.79433
279	ASPERSOR TK-42	37.75	27.4902	0.0000	27.49023438	20.79433
283	ASPERSOR TK-42	37.12	26.5835	0.0000	26.58351707	20.79433
287	ASPERSOR TK-42	36.62	25.8626	0.0000	25.86256599	20.79433
291	ASPERSOR TK-42	36.22	25.3083	0.0000	25.30828094	20.79433
295	ASPERSOR TK-42	35.93	24.8981	0.0000	24.89811897	20.79434
299	ASPERSOR TK-42	35.72	24.6103	0.0000	24.61032677	20.79433
303	ASPERSOR TK-42	35.58	24.4235	0.0000	24.42347145	20.79434
307	ASPERSOR TK-42	35.50	24.3071	0.0000	24.30706406	20.79433
311	ASPERSOR TK-42	35.45	24.2407	0.0000	24.24075127	20.79434
315	ASPERSOR TK-42	35.43	24.2104	0.0000	24.21041298	20.79433
319	ASPERSOR TK-42	35.42	24.2034	0.0000	24.20340729	20.79433
324	ASPERSOR TK-42	47.05	42.7045	0.0000	42.70447159	20.79433
325	ASPERSOR TK-42	47.22	43.0143	0.0000	43.01427841	20.79433
326	ASPERSOR TK-42	35.42	24.2034	0.0000	24.20340729	20.79433
327	ASPERSOR TK-42	45.56	40.0370	0.0000	40.03703308	20.79433
328	ASPERSOR TK-42	44.04	37.4170	0.0000	37.41703033	20.79433
329	ASPERSOR TK-42	35.50	24.3071	0.0000	24.30706406	20.79433
330	ASPERSOR TK-42	42.67	35.1200	0.0000	35.11997223	20.79434
331	ASPERSOR TK-42	41.43	33.1149	0.0000	33.11486053	20.79433



Aspersor	Nombre	Rata de Flujo Vol. a través del Emp (gal/min)	P Stag. En (psig)	P Stag. Sal (psig)	dP Stag. Total (psid)	Factor de Pérdida (K)
332	ASPERSOR TK-42	40.33	31.3736	0.0000	31.37364197	20.79433
333	ASPERSOR TK-42	39.35	29.8709	0.0000	29.87088776	20.79433
334	ASPERSOR TK-42	35.45	24.2407	0.0000	24.24075127	20.79434
335	ASPERSOR TK-42	38.49	28.5835	0.0000	28.58345795	20.79433
336	ASPERSOR TK-42	37.75	27.4902	0.0000	27.49023438	20.79433
337	ASPERSOR TK-42	37.12	26.5835	0.0000	26.58351707	20.79433
338	ASPERSOR TK-42	36.62	25.8626	0.0000	25.86256599	20.79433
339	ASPERSOR TK-42	35.43	24.2104	0.0000	24.21041298	20.79433
340	ASPERSOR TK-42	36.22	25.3083	0.0000	25.30828094	20.79433
341	ASPERSOR TK-42	35.93	24.8981	0.0000	24.89811897	20.79434
342	ASPERSOR TK-42	35.72	24.6103	0.0000	24.61032677	20.79433
343	ASPERSOR TK-42	35.58	24.4235	0.0000	24.42347145	20.79434
X346	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X348	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X354	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X358	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X360	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X362	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X366	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X370	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X374	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X378	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X382	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X386	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X400	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X438	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X439	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X440	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X441	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X442	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X443	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X444	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X445	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X446	ASPERSOR TK-43	0.00	88.7268	88.7268	N/D	0.00000
X447	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X448	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X449	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X450	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X451	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X452	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X453	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X454	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X455	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X456	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X457	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X458	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X459	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X460	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X461	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X462	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X463	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X464	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000
X465	ASPERSOR TK-43	0.00	89.0643	89.0643	N/D	0.00000

Aspersor	Nombre	Rata de Flujo Vol. a través del Emp (gal/min)	P Stag. En (psig)	P Stag. Sal (psig)	dP Stag. Total (psid)	Factor de Pérdida (K)
X1251	ASPERSOR TK-49	0.00	84.4877	84.4877	N/D	0.00000
X1252	ASPERSOR TK-49	0.00	84.4877	84.4877	N/D	0.00000
X1253	ASPERSOR TK-49	0.00	84.4877	84.4877	N/D	0.00000
X1254	ASPERSOR TK-49	0.00	84.4877	84.4877	N/D	0.00000
X1255	ASPERSOR TK-49	0.00	84.4877	84.4877	N/D	0.00000
X1256	ASPERSOR TK-49	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1257	ASPERSOR TK-49	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1258	ASPERSOR TK-49	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1259	ASPERSOR TK-49	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1260	ASPERSOR TK-49	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1261	ASPERSOR TK-49	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1262	ASPERSOR TK-48	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1263	ASPERSOR TK-48	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1264	ASPERSOR TK-48	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1265	ASPERSOR TK-48	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1266	ASPERSOR TK-48	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1267	ASPERSOR TK-48	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1268	ASPERSOR TK-48	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1269	ASPERSOR TK-48	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1270	ASPERSOR TK-48	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1271	ASPERSOR TK-48	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1272	ASPERSOR TK-48	0.00	83.9232	83.9232	N/D	0.00000
X1274	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1276	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1289	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1290	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1291	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1292	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1293	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1294	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1295	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1296	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1297	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1298	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1299	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1301	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1304	ASPERSOR TK-43	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1305	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1308	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1309	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1312	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1313	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1316	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1317	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1320	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1321	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
1325	ASPERSOR TK-48	45.77	40.4044	0.0000	40.40436554	20.79433
1327	ASPERSOR TK-48	47.04	42.6844	0.0000	42.68436050	20.79433
1340	ASPERSOR TK-48	44.91	38.9101	0.0000	38.91010666	20.79434
1341	ASPERSOR TK-48	44.19	37.6697	0.0000	37.66966248	20.79433
1342	ASPERSOR TK-48	43.61	36.6840	0.0000	36.68397522	20.79434
1343	ASPERSOR TK-48	43.16	35.9272	0.0000	35.92721939	20.79433
1344	ASPERSOR TK-48	42.82	35.3683	0.0000	35.36833191	20.79433

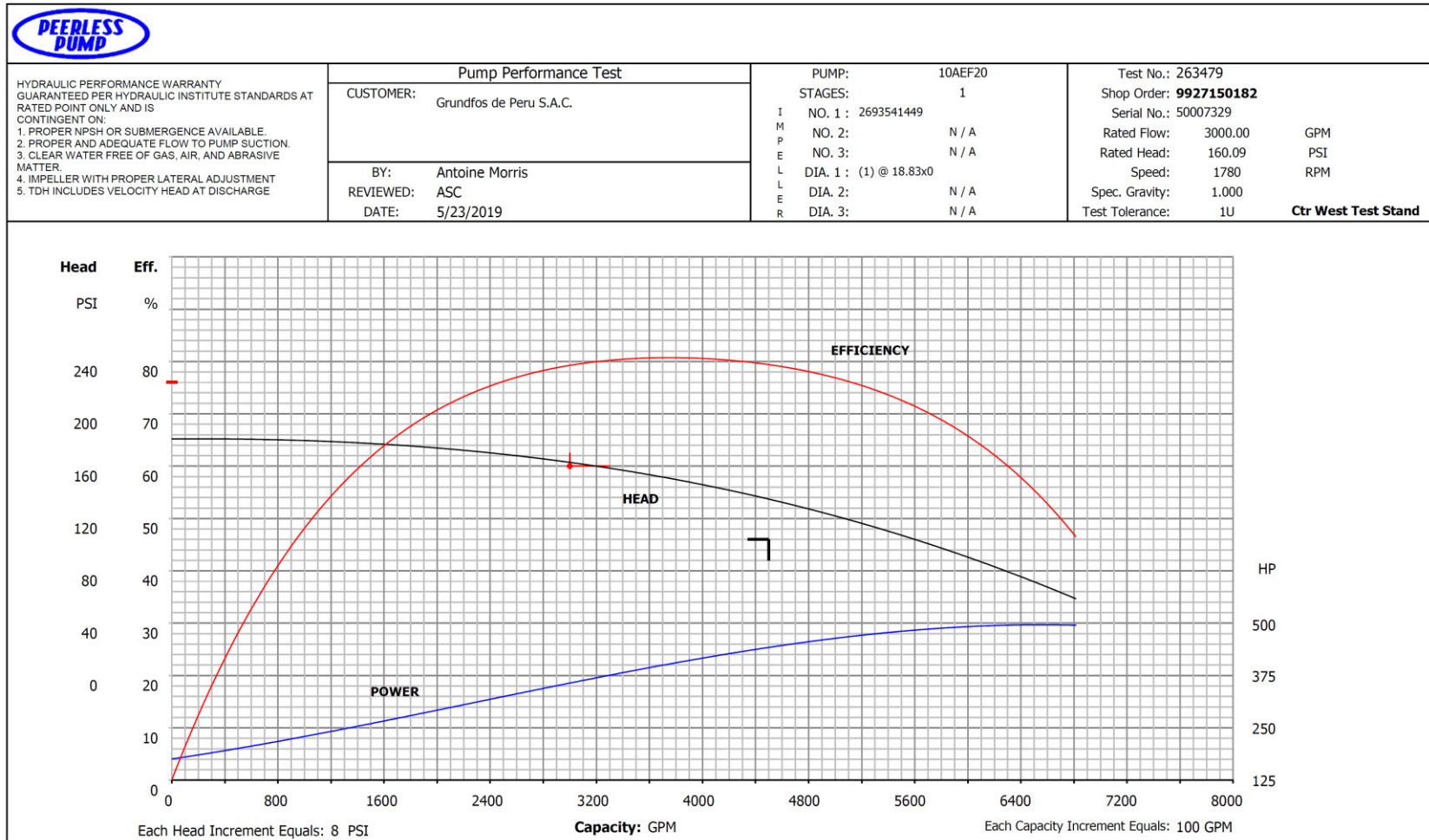
Aspersor	Nombre	Rata de Flujo Vol. a través del Emp (gal/min)	P Stag. En (psig)	P Stag. Sal (psig)	dP Stag. Total (psid)	Factor de Pérdida (K)
1345	ASPERSOR TK-48	42.58	34.9773	0.0000	34.97729492	20.79433
1346	ASPERSOR TK-48	42.43	34.7246	0.0000	34.72456360	20.79433
1347	ASPERSOR TK-48	42.33	34.5676	0.0000	34.56758881	20.79434
1348	ASPERSOR TK-48	42.28	34.4783	0.0000	34.47831726	20.79434
1349	ASPERSOR TK-48	42.25	34.4375	0.0000	34.43754578	20.79433
1350	ASPERSOR TK-48	42.25	34.4282	0.0000	34.42823410	20.79433
1352	ASPERSOR TK-48	45.87	40.5945	0.0000	40.59449005	20.79433
1355	ASPERSOR TK-48	45.14	39.3009	0.0000	39.30085754	20.79434
1356	ASPERSOR TK-48	44.54	38.2729	0.0000	38.27293015	20.79433
1359	ASPERSOR TK-48	44.08	37.4837	0.0000	37.48374557	20.79433
1360	ASPERSOR TK-48	43.74	36.9009	0.0000	36.90092468	20.79433
1363	ASPERSOR TK-48	43.49	36.4932	0.0000	36.49316025	20.79434
1364	ASPERSOR TK-48	43.34	36.2296	0.0000	36.22962952	20.79433
1367	ASPERSOR TK-48	43.24	36.0660	0.0000	36.06595612	20.79433
1368	ASPERSOR TK-48	43.18	35.9729	0.0000	35.97288132	20.79433
1371	ASPERSOR TK-48	43.16	35.9304	0.0000	35.93037033	20.79433
1372	ASPERSOR TK-48	43.15	35.9207	0.0000	35.92065811	20.79433
X1376	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1378	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1391	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1392	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1393	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1394	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1395	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1396	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1397	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1398	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1399	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1400	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1401	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1403	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1406	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1407	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1410	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1411	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1414	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1415	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1418	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1419	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1422	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1423	ASPERSOR TK-48	0.00	83.8214	83.8214	N/D	0.00000
X1427	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1429	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1442	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1443	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1444	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1445	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1446	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1447	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1448	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1449	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1450	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1451	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000

Aspersor	Nombre	Rata de Flujo Vol. a través del Emp (gal/min)	P Stag. En (psig)	P Stag. Sal (psig)	dP Stag. Total (psid)	Factor de Pérdida (K)
X1452	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1454	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1457	ASPERSOR TK-43	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1458	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1461	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1462	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1465	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1466	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1469	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1470	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1473	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
X1474	ASPERSOR TK-48	0.00	84.4767	84.4767	N/D	0.00000
1656	CÁMA DE ESPUMA TK-41	247.31	54.4676	0.0000	54.46762466	70.23935
X1658	CÁMA DE ESPUMA TK-42	0.00	92.9768	92.9768	N/D	0.00000
X1660	CÁMA DE ESPUMA TK-43	0.00	92.9960	92.9960	N/D	0.00000
X1662	CÁMA DE ESPUMA TK-44	0.00	93.0136	93.0136	N/D	0.00000
X1664	CÁMA DE ESPUMA TK-45	0.00	94.3119	94.3119	N/D	0.00000
X1666	CÁMA DE ESPUMA TK-46	0.00	94.3311	94.3311	N/D	0.00000
X1668	CÁMA DE ESPUMA TK-47A	0.00	86.9615	86.9615	N/D	0.00000
X1670	CÁMA DE ESPUMA TK-47B	0.00	86.9615	86.9615	N/D	0.00000
X1672	CÁMA DE ESPUMA TK-48A	0.00	86.9615	86.9615	N/D	0.00000
X1674	CÁMA DE ESPUMA TK-48B	0.00	86.9615	86.9615	N/D	0.00000
X1676	CÁMA DE ESPUMA TK-49A	0.00	86.9615	86.9615	N/D	0.00000
X1678	CÁMA DE ESPUMA TK-49B	0.00	86.9615	86.9615	N/D	0.00000
X1680	Spray Discharge	0.00	121.6279	121.6279	N/D	0.00000
X1682	MONITOR	0.00	121.5160	121.5160	N/D	0.00000
1686	MONITOR	359.79	105.6735	0.0000	105.67350006	190.92682
1695	MONITOR	364.53	108.4776	0.0000	108.47760010	190.92683
X1697	MONITOR	0.00	116.1098	116.1098	N/D	0.00000
X1701	MONITOR	0.00	111.7315	111.7315	N/D	0.00000

Tee or Wye Table

Te ó Y	Nombre	Rata de Flujo Vol. a través del Emp (gal/min)	P Stag. En (psig)	P Stag. Sal (psig)	dP Stag. Total (psid)	Factor de Pérdida (K)
11	Tee or Wye	N/D	145.6069	145.6069	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
13	Tee or Wye	N/D	144.6037	144.6037	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
14	Tee or Wye	N/D	144.5271	144.5271	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
15	Tee or Wye	N/D	144.5043	144.5043	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
16	Tee or Wye	N/D	144.4948	144.4948	0.00000000	Ver Pérdidas Mult.
24	Tee or Wye	N/D	142.3582	142.3582	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
25	Tee or Wye	N/D	143.5157	143.5157	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
35	Tee or Wye	N/D	134.8178	134.8178	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
39	Tee or Wye	N/D	133.5271	133.5271	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
48	Tee or Wye	N/D	134.0782	134.0782	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
51	Tee or Wye	N/D	130.5285	130.5285	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
58	Tee or Wye	N/D	121.5419	121.5419	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
67	Tee or Wye	N/D	133.7366	133.7366	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
77	Tee or Wye	N/D	121.9349	121.9349	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
81	Tee or Wye	N/D	130.0128	130.0128	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
82	Tee or Wye	N/D	129.9009	129.9009	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.
84	Tee or Wye	N/D	133.6452	133.6452	Ver Pérdidas Mult.	Ver Pérdidas Mult.

Anexo E. Curva de bomba existente





HYDRAULIC PERFORMANCE WARRANTY
 GUARANTEED PER HYDRAULIC INSTITUTE STANDARDS AT
 RATED POINT ONLY AND IS
 CONTINGENT ON:
 1. PROPER NPSH OR SUBMERGENCE AVAILABLE.
 2. PROPER AND ADEQUATE FLOW TO PUMP SUCTION.
 3. CLEAR WATER FREE OF GAS, AIR, AND ABRASIVE
 MATTER.
 4. IMPELLER WITH PROPER LATERAL ADJUSTMENT
 5. TDH INCLUDES VELOCITY HEAD AT DISCHARGE

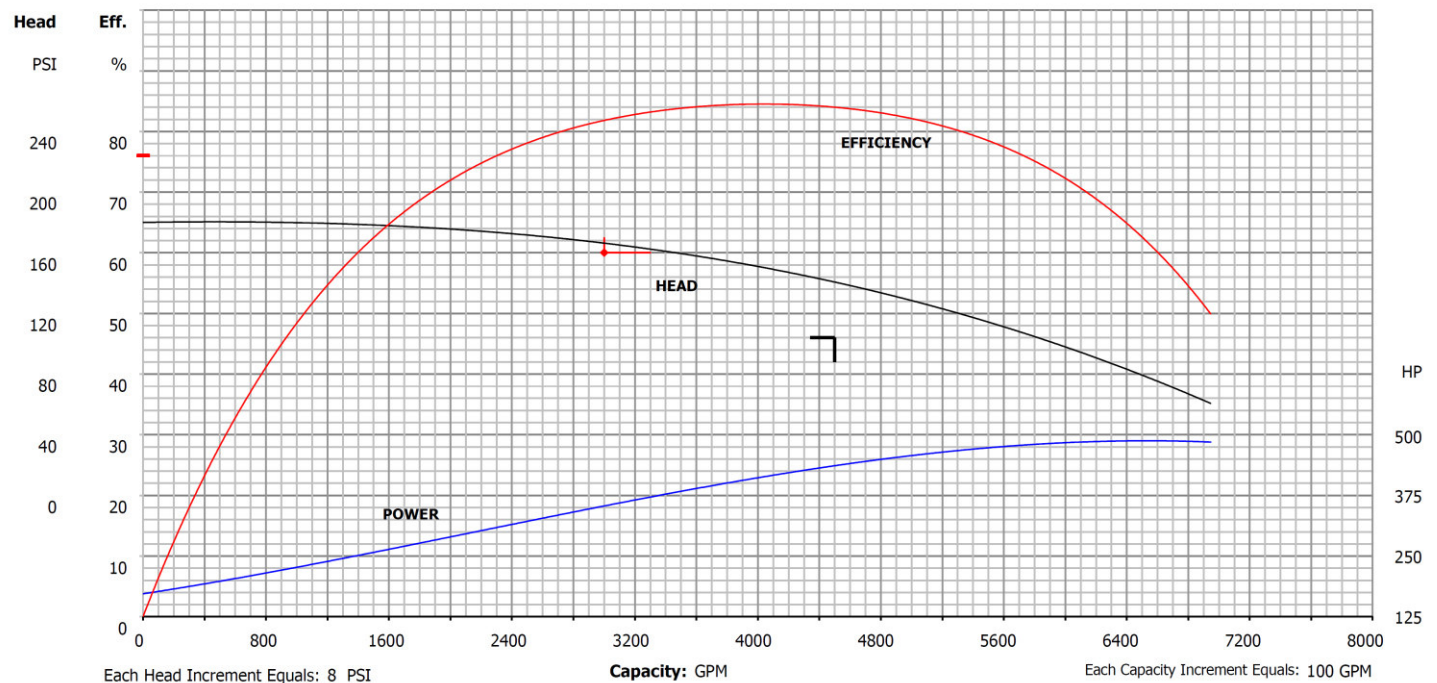
Pump Performance Test

CUSTOMER: Grundfos de Peru S.A.C.

BY: Antoine Morris
 REVIEWED: ASC
 DATE: 5/23/2019

PUMP: 10AEF20
 STAGES: 1
 I NO. 1 : 2693541449
 M NO. 2: N / A
 P NO. 3: N / A
 E NO. 3: N / A
 L DIA. 1 : (1) @ 18.83x0
 L DIA. 2: N / A
 E DIA. 3: N / A
 R DIA. 3: N / A

Test No.: 263480
 Shop Order: **9927150182**
 Serial No.: 50007330
 Rated Flow: 3000.00 GPM
 Rated Head: 160.09 PSI
 Speed: 1780 RPM
 Spec. Gravity: 1.000
 Test Tolerance: 1U **Ctr West Test Stand**





HYDRAULIC PERFORMANCE WARRANTY
 GUARANTEED PER HYDRAULIC INSTITUTE STANDARDS AT
 RATED POINT ONLY AND IS
 CONTINGENT ON:
 1. PROPER NPSH OR SUBMERGENCE AVAILABLE.
 2. PROPER AND ADEQUATE FLOW TO PUMP SUCTION.
 3. CLEAR WATER FREE OF GAS, AIR, AND ABRASIVE
 MATTER.
 4. IMPELLER WITH PROPER LATERAL ADJUSTMENT
 5. TDH INCLUDES VELOCITY HEAD AT DISCHARGE

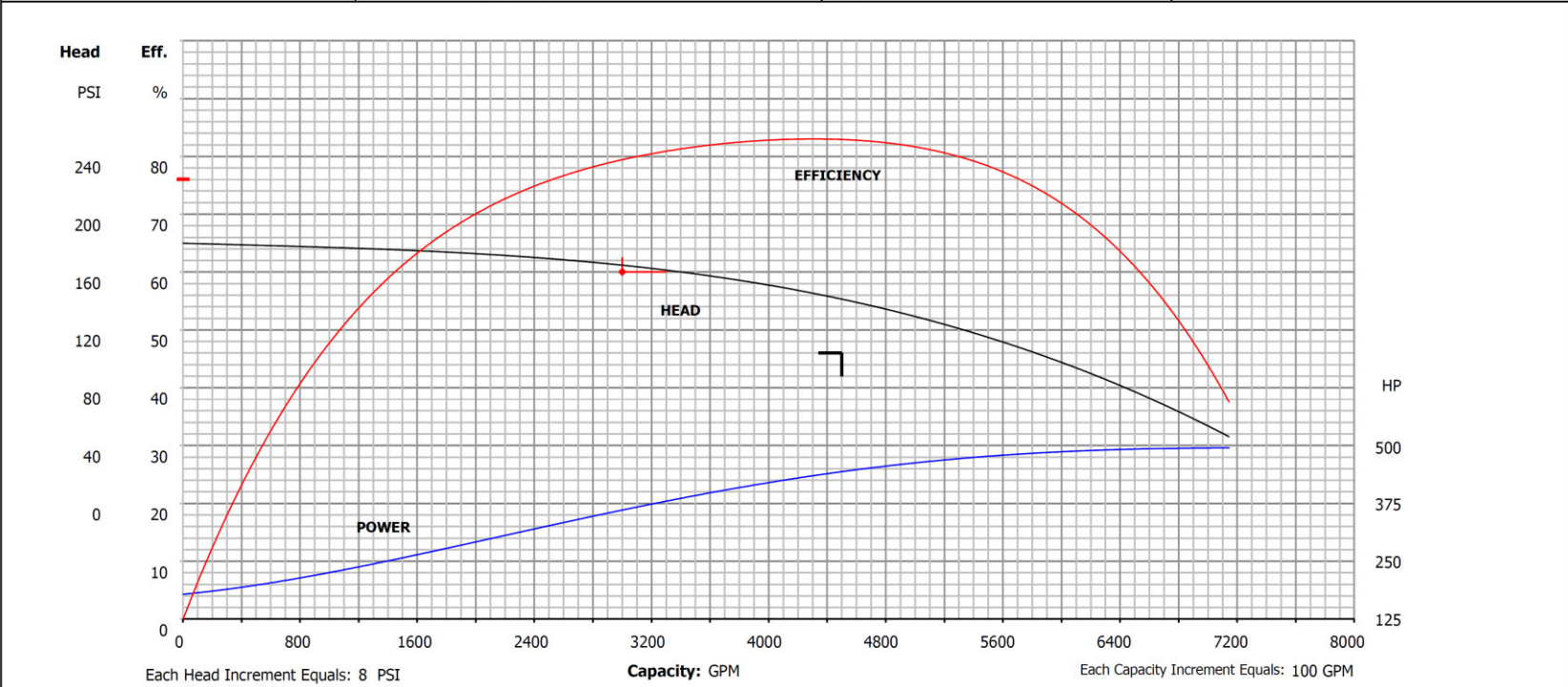
Pump Performance Test

CUSTOMER: Grundfos de Peru S.A.C.

BY: Antoine Morris
 REVIEWED: ASC
 DATE: 5/23/2019

PUMP: 10AEF20
 STAGES: 1
 I NO. 1 : 2693541449
 M NO. 2: N / A
 P NO. 3: N / A
 E NO. 3: N / A
 L DIA. 1 : (1) @ 18.83x0
 L DIA. 2: N / A
 E DIA. 3: N / A
 R DIA. 3: N / A

Test No.: 263482
 Shop Order: **9927150182**
 Serial No.: 50007331
 Rated Flow: 3000.00 GPM
 Rated Head: 160.09 PSI
 Speed: 1780 RPM
 Spec. Gravity: 1.000
 Test Tolerance: 1U **Ctr West Test Stand**



Anexo F. Datos técnicos cámaras de espuma



The Viking Corporation, 210 N Industrial Park Drive, Hastings MI 49058
 Telephone: 269-945-9501 Technical Services: 877-384-5464 Fax: 269-818-1680 Email: techsvcs@vikingcorp.com
 Visit the Viking website for the latest edition of this technical data page.

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Las cámaras de espuma son adecuadas para la protección de tanques fijos montados en el techo y deben usarse como dispositivos de descarga de tipo II de baja expansión (según lo define NFPA11) con dispositivos de dosificación y concentrados de espuma aprobados y / o listados.

Las cámaras de espuma están diseñadas para aplicar una capa de espuma expandida sobre la superficie de un incendio de líquido inflamable lo más suavemente posible para lograr la extinción y / o la supresión de vapor. Un deflector colocado en el interior del tanque de almacenamiento dirige la espuma expandida hacia la pared del tanque. La espuma recorre la pared del tanque sobre la superficie del líquido, minimizando la inmersión y el consumo de combustible, maximizando así el efecto positivo de la espuma. Los sistemas de dilución de espuma de baja expansión son la protección preferida para los tanques grandes de líquidos inflamables al aire libre. Las aplicaciones típicas incluyen plantas de fabricación, grandes tanques de tanques, refinerías de petróleo y plantas químicas.
 NOTA: La información en este documento está sujeta a cambios sin previo aviso.



2. LISTADOS Y APROBACIONES

La cámara de espuma está incluida en la lista UL como parte de un sistema de extinción de incendios que combina concentrados de espuma designados, dispositivos dosificadores y tanques de vejiga. Los componentes del sistema listados se pueden encontrar en www.database.Ul.co



UL Listed – GHXV.EX5194

NOTA: Otros certificados de aprobación internacional pueden estar disponibles a pedido.

3. DATOS TÉCNICOS

3.1 Características de la construcción

- Disponible en tamaños de 2.5 ", 3", 4 ", 6" para cubrir una amplia gama de configuraciones de diseño
- Acero al carbono pintado o acero inoxidable pintado para mayor protección contra la corrosión
- Disponible con bridas ANSI 150 o PN16
- Mango de elevación / manija para ayudar con la instalación y el servicio
- Elección de 2 Deflectores: Sólido y Split (Para instalación desde fuera del tanque de almacenamiento)
- Específicamente en la lista UL con concentrados de espuma Viking.

3.2 Materiales estándar

Tabla 3.2.1 - Materiales estándar		
	Versión de acero al carbono	Versión de acero inoxidable
Cuerpo	Acero al carbono ASME SA-106 Gr.B / EN P265GH	Acero inox. ASME SA-182 F316 / EN 1.4401 AISI-316
Bridas (ANSI 150 or PN16)	Acero al carbono ASME SA-105 / EN P245GH	Acero inox. ASME SA-182 F316 / EN 1.4401 AISI-316
Sello de vapor	Aluminio	Aluminio
Material de orificio calibrado	Acero inoxidable UNS-S30400	Acero inox UNS-S30400 / ASME SA-182 F316 / EN 1.4401 AISI-316
Pintura	Imprimación epoxi rica en ZN. Acabado poliuret. alifático	Imprimación epoxi rica en ZN. Acabado poliuret. alifático
Color estándar	RAL3000 rojo	RAL3000 rojo
Junta de brida de entrada	Composite	Composite



The Viking Corporation, 210 N Industrial Park Drive, Hastings MI 49058
 Telephone: 269-945-9501 Technical Services: 877-384-5464 Fax: 269-818-1680 Email: techsvcs@vikingcorp.com
 Visit the Viking website for the latest edition of this technical data page.

3.3 Especificaciones de diseño estándar

Tabla 3.3.1 - Especificaciones de diseño estándar												
Modelo	Tamaño de entrada	Presión de trabajo ¹				Rango de flujo				Rango de orificio		Aprobación ²
		Mínimo		Máximo		Mínimo		Máximo		Inches	mm	
		PSI	bar	PSI	bar	GPM	LPM	GPM	LPM			
VFC	2.5"	30	2.07	125	8.61	36	137	226	855	0.600 – 1.050	15 – 27	UL
	3"	30	2.07	125	8.61	82	312	480	1818	0.906 – 1.531	23 – 39	UL
	4"	30	2.07	125	8.61	131	496	740	2800	1.142 – 1.900	29 – 48	UL
	6"	30	2.07	125	8.61	362	1372	1261	4774	1.900 – 2.481	48 – 63	UL

Notas al pie:

¹ Presión de trabajo en el orificio de entrada de la cámara de espuma.
² Consulte www.database.ul.com para obtener detalles específicos del listado.

3.3.1 Determinación del tamaño del orificio

Después de determinar el caudal de espuma requerido y la presión disponible, se debe dimensionar el orificio usando la siguiente fórmula:

$$d = \left(\frac{Q}{18.327 \cdot P^{1/2}} \right)^{1/2}$$

d = orificio Ø (in.)
 Q = Tasa de flujo de solución (GPM)
 P = Presión en la entrada del orificio (PSI)

3.3.2 Sello de vapor

La presión de rotura del sello de vapor es de 10 a 25 psi (0.69 a 1.72 bar) medida justo antes del orificio de entrada según lo exige UL162. La contrapresión máxima permitida es de 2 psi (0.14 bar).

3.4 Información para pedidos

Las placas de orificio de entrada se fabrican de acuerdo con los requisitos específicos de su proyecto. Deben seguirse los siguientes pasos para garantizar que se especifique la información de procesamiento de pedidos correcta.

- Use las tablas en la sección 7 (Datos de rendimiento) para determinar qué tamaño de la cámara de espuma satisfará los requisitos de flujo y presión para su proyecto específico. (Necesario)
- Verifique en la lista UL el modelo específico de concentrado de espuma para asegurarse de que la presión de entrada, el tamaño del orificio y el tipo de combustible estén listados.
- Seleccione el tamaño de la cámara de espuma, el patrón de la brida y el material de la tabla 3.4.1. (Necesario)
 NOTA: El número de pieza de la cámara de espuma de esta tabla se usa en la etapa de cotización solo para el territorio de pedidos de las Américas
- Seleccione un deflector de división o sólido con el patrón de brida que coincida con el patrón de brida de salida de la cámara de espuma. (Requerido)
- Si es necesario, seleccione la brida de montaje con el patrón de brida que coincida con el patrón de brida de salida de la cámara de espuma. (opcional)
- La cámara de espuma se suministra con un sello de vapor ya instalado. Si se requieren sellos de vapor de repuesto, consulte la tabla 13.1. (Recomendado)
- Cuando se realiza la orden de compra oficial para una cámara de espuma, el tamaño de la cámara de espuma, la presión de entrada del orificio y se desea. Cuando se realiza la orden de compra oficial para una cámara de espuma, el tamaño de la cámara de espuma, la presión de entrada del orificio y la presión deseada.

Consulte a su representante de servicio al cliente para obtener más información y el formulario de pedido.

Tabla 3.4.1 Información para pedidos						
Descripción	Material	Acabado	Número de pieza base		Peso	
			ANSI 150	PN16	Lbs.	Kg
2.5" Cámara de espuma	Acero al carbono	Pintado	F20904	F20905	94.4	42.8
Deflector dividido	Acero al carbono	Pintado	F20941	F20943	4.2	1.9
Deflector sólido	Acero al carbono	Pintado	F20937	F20939	4.2	1.9
Brida de montaje de 4" con pernos	Acero al carbono	Pintado	F20919	F20920	11.9	5.4
Cámara de espuma de 2.5"	Acero inoxidable 316	Pintado	F20906	F20907	99.0	44.9
Deflector dividido	Acero inoxidable 316	Pintado	F20942	F20944	4.4	2.0

Table continues on next page.

HOJA 99 DE 447

Form No. F_072816 18.04.05 Rev 18.1 | TD1.3.4.2/05042018/en

Anexo G: Datos técnicos boquillas aspersoras

12 de diciembre de 2008

Boquilla de pulverización 32a

	DATOS TÉCNICOS	BOQUILLAS PULVERIZADORAS MODELO E VK810 - VK817
---	-----------------------	--

1. FABRICANTE

THE VIKING CORPORATION
210 N.N. Industrial Park Road
Hastings, Michigan 49058 USA
Teléfono: (269) 945-9501
Servicio Técnico: (877) 384-5464
Fax: (269) 945-9599
e-mail: techsvcs@vikingcorp.com.

2. DESCRIPCIÓN

Las boquillas pulverizadoras 3D Viking modelo E son boquillas abiertas diseñadas para aplicaciones de descarga direccional en sistemas de protección contra incendios fijos. Tienen un diseño abierto (no automático) con un deflector externo que aplica una descarga de agua pulverizada de cono lleno de media y alta velocidad. Las boquillas de pulverización modelo E están disponibles con diferentes diámetros de orificios y ángulos de pulverización para satisfacer los requisitos de diseño e incluyen una rosca externa NPT de 1/2" (15 mm). La base es de latón pero puede aplicarse un recubrimiento de níquel electroless a toda la boquilla para que sea resistente a la corrosión. El ángulo de pulverización es el ángulo de descarga indicado para cada boquilla y también está marcado en el deflector. Las Figuras 1a y 1b muestran la anchura de la distribución en función de la altura, basándose en pruebas en posición vertical para presiones de descarga de 10, 20 y 60 psi (0,7 bar, 1,4 bar y 4,1 bar). Tenga en cuenta que la presión de descarga máxima de las boquillas de pulverización modelo E es 12 bar (175 psi). A partir de 4,1 bar (60 psi), se reduce la anchura de la descarga porque ésta tiende a retraerse. Para la protección contra la exposición, las figuras 6a, 6b, y 7 muestran, para diversos ángulos fijos de montaje, la distancia máxima entre la boquilla y el plano a proteger. Para las boquillas con factor K nominal 17 (1,2 US), 26 (1,8 US) y 33 (2,3 US), se usa un reductor, insertado a ras del borde de entrada para evitar la formación de cavidades con ángulos agudos y depósitos. Las boquillas con factor K 46 (3,2 US), 59 (4,1 US), 81 (5,6 US) y 104 (7,2 US) tienen orificios maquinados. Hay tapones de protección opcionales para proteger la boquilla del polvo, plagas de insectos y otros residuos.

3. LISTADOS Y APROBACIONES

Listado cULus: categoría VGYZ

Aprobada por FM para sistemas de extinción fijos

Aprobada por NYC: MEA 89-92-E, volumen 29

Véase la Tabla de aprobaciones de la página 32c y los criterios de diseño de la página 32e para consultar las normas de aprobación cULus y FM aplicables.

4. DATOS TÉCNICOS

ESPECIFICACIONES

Presión mínima de trabajo: 10 psi (0,7 bar)
Presión máxima de trabajo: 175 psi (12 bar)
Tamaño de rosca: 1/2" (15 mm) NPT
Factor K nominal: 7,2 U.S.A (103,7 métrico*)
5,6 U.S.A (80,6 métrico)
4,1 U.S.A (59,0 métrico)
3,2 U.S.A (46,1 métrico)
2,3 U.S.A (33,1 métrico)
1,8 U.S.A (25,9 métrico)
1,2 U.S.A (17,3 métrico)

El factor K, marcado en el deflector, indica el diámetro de los orificios. Consulte las curvas de descarga nominales en la página 32f de cada boquilla para varias presiones residuales.

*El factor K métrico mostrado es aplicable cuando la presión se mide en bar. Si la presión se mide en kPa, dividir la cifra indicada entre 10.

Longitud total: 2-7/16" (61 mm)



Los datos técnicos de los productos Viking pueden consultarse en la página Web de la Corporación <http://www.viking-groupinc.com> Esta página puede contener información más reciente sobre este producto.

LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

El contenido de este documento puede no incluir todas las especificaciones de los productos descritos con exactitud, y por lo tanto, no constituye garantía de ningún tipo en relación con dichos productos. Las características exactas de los productos se publican en inglés: The Viking Corporation's Technical Data Sheets. Las condiciones de garantía se indican en las Condiciones de Venta que aparecen en los documentos oficiales de Viking. Lo indicado en este documento no constituye alteración de ninguna de las características de los productos en relación a lo indicado en el documento original indicado más arriba. Se puede solicitar copia de dicho documento a Viking Technical Services, The Viking Corporation, Hastings Michigan, USA. Form No. F_010104

Formulario _ No. F_062104-SP-111010

Anexo H. Datos técnicos hidrantes



INSTALACIÓN, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO. BOCA DE INCENDIO Models AG-F1311-250 & AG-F13311M-250 Hidrante de columna húmeda



- Se recomienda instalar con par de apriete de 90-100 ft.lb
Al apretar, use la siguiente secuencia en dos pasos:
1. Apriete en cruz utilizando aproximadamente la mitad de la cifra de torsión final.
 2. Apriete final en cruz utilizando la figura de par completo.



DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

La boca de incendio, será una columna húmeda conectada al suministro de agua subterránea, mediante una válvula de cierre. Este hidrante cumple con todas las partes aplicables de la norma ANSI / AWWA C503. Las bocas de incendio húmedas se utilizan en lugares donde no hay peligro de accidentes de vehículos o atmósferas de congelación.

DATOS TÉCNICOS

Modelos	AG-F1311-250 AG-F1311M-250
Presión de trabajo	250 psi (17 bar) para la aprobación FM 200 psi (14 bar) para el listado UL
temperatura de trabajo	-10°C hasta 82°C (14°F hasta 179,6 °F)
Conexión final	Entrada: 1 x 6" Brida ANSI B 16.1, Clase 150 RF Boquilla de manguera: 2 x 2 1/2" cables hembra NFPA1963 Boquilla de parachoques estándar: 1x 4 1/2" cables hembra NFPA1963 Estándar Superior: AG-F1311-250: Ciego AG-F1311M-250: Brida de salida del monitor ANSI B 16.1 Class 150 4"
Acabado	Epoxi líquido interior y exterior pintado rojo RAL 3000

MATERIALES

PART NAME	MATERIAL	ASTM SPECIFICATION
Cuerpo	Hierro dúctil	A536 65-45-12
Casquillo de la boquilla del parachoques	hierro fundido	A126 Class B
Boquilla de bombeo	Bronce	B62 C83600
Válvula principal	Caucho	NBR
Soporte de válvula principal	Acero inoxidable	ANSI 304
Boquilla de manguera aplauso	Hierro fundido	A126 Class B
Boquilla de la manguera	Bronce	B62 C83600
Vástago	Acero inoxidable	ANSI 304
Tuerca de vástago	Bronce	B62 C83600

Anexo I. Datos técnicos monitor y boquillas autoeductoras y para enfriamiento



ELKHART BRASS MFG. CO., INC.

1302 WEST BEARDSLEY AVENUE • P.O. BOX 1127 • ELKHART IN 46515 • (574) 295-8330 • FAX (574) 293-9914

Instrucciones de instalación, operación y mantenimiento



Models 8500-02, 8500-03, 8500-03X, **8593-02,**
8593-03/294-11REV.06 and 8593-03X/294-11REV.06X

VULCAN

and

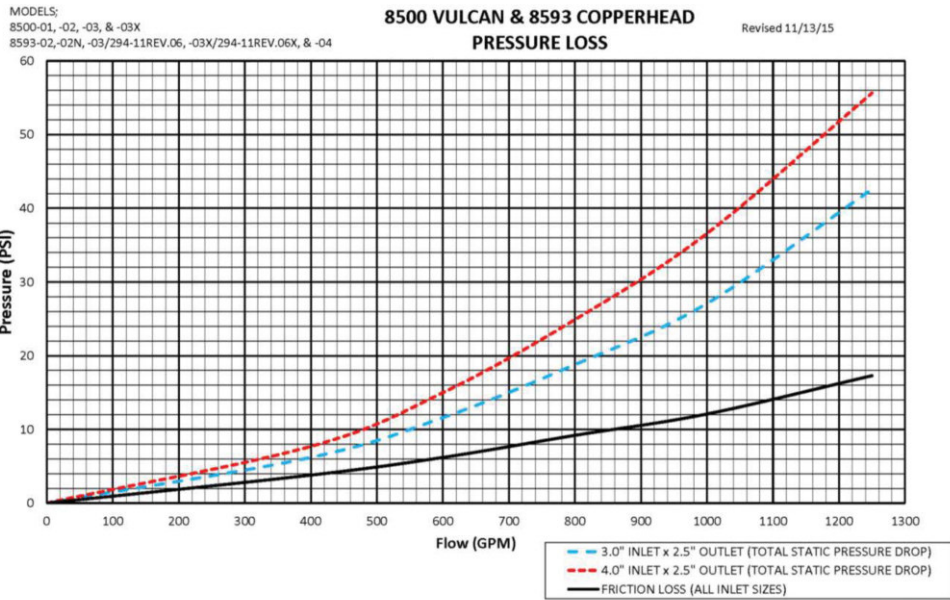
COPPERHEAD

HOJA 42 DE 447

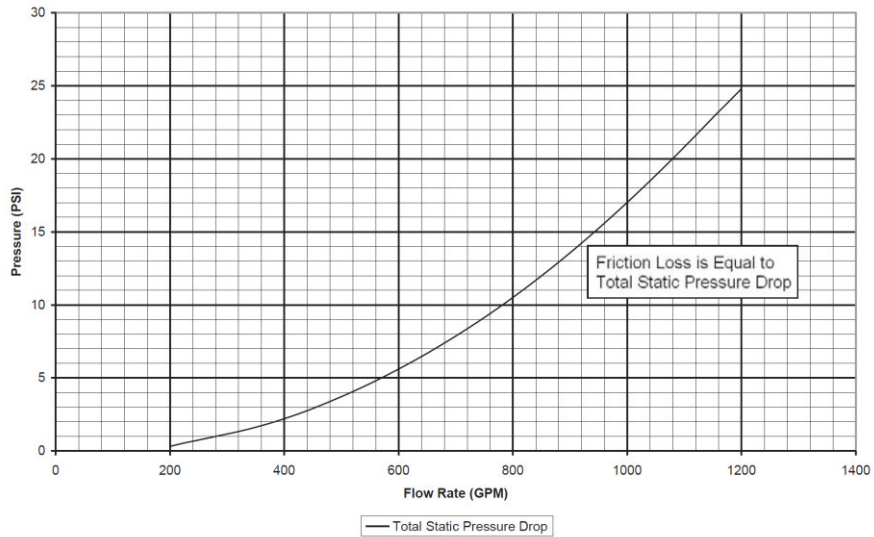
98428000 Rev. A

Al diseñar un sistema y determinar el rendimiento, la caída de presión estática total es el valor que siempre se debe utilizar. La curva de pérdida de fricción también se suministra para hacer una comparación con productos de la competencia que solo pueden suministrar curvas de pérdida de fricción. Si tiene más preguntas sobre este asunto, comuníquese con Elkhart Brass.

2. Monitor and Stream Shaper Hydraulic Data



282-A, 282-B Stream Shaper Losses



HOJA 49 DE 447

La boquilla Hydro-Foam

HF-350, HF-350-A, HF-500, y HF-500-A Instrucciones de operación y mantenimiento

La boquilla Hydro-Foam es una de las herramientas más eficientes y eficaces para la extinción de incendios AFFF disponibles en la actualidad.

El diseño único de la boquilla, con un educador incorporado, permite que se conecte a cualquier monitor fijo existente, monitor portátil o pistola de cubierta. La boquilla también se puede usar con agua corriente para exposiciones de enfriamiento o para ataques de fuego. Cuando surja la necesidad de altas tasas de aplicación de AFFF, simplemente insertando la manguera de recogida en su suministro de espuma se produce un sistema instantáneo de espuma AFFF. En muchos casos, se pueden derribar incendios grandes mientras se están tirando de las líneas de la mano para su extinción final.

La tasa de dosificación de estas boquillas se puede cambiar fácilmente en la tienda o en la estación de bomberos. Retire el adaptador de entrada de espuma o la boquilla y retire la arandela dosificadora de espuma instalada anteriormente. Nota: la configuración del HF-350 y 350-A, 6% no utiliza arandela dosificadora. Las arandelas de medición estarán marcadas como 500 o 350 y el porcentaje para el que se utilizarán: ½%, 1% o 3%. Inserte una nueva arandela en la boquilla o adaptador de entrada, y enrosque de nuevo en el cuerpo de la boquilla. Se debe usar Loctite # 262 para asegurar las roscas del adaptador / niple.

Las boquillas de alta frecuencia vienen ajustadas de fábrica con una arandela dosificadora al 3%. También se proporciona una lavadora de ½% y 1%.

El HF-350 viene configurado de fábrica para una proporción del 3%, para el 6% NO use la lavadora de medición. Se proporcionan lavadoras de medición para dosificaciones de ½% y 1%. Si eligió usar la válvula dosificadora opcional de 3-6% con su boquilla, NO INSTALE ninguna de estas arandelas.

Las ilustraciones al dorso de esta hoja muestran la instalación de las diferentes opciones de entradas de espuma disponibles.



El acoplamiento de conexión rápida es una opción conveniente. Le permite mantener la manguera de succión almacenada hasta que surja la necesidad de espuma. Luego puede conectar rápidamente la manguera y comenzar las operaciones de espuma. La válvula de encendido / apagado de un cuarto de vuelta le permite mantener la manguera de succión unida permanentemente al suministro de espuma y en el instante en que necesita espuma puede abrir la válvula. Las válvulas dosificadoras 1-3% y 3-6% son ideales para cambiar rápidamente entre dos tipos de espuma. (Las válvulas 1-3% y 3-6% solo están disponibles para HF-350 y 350-A)

INSTRUCCIONES DE MANTENIMIENTO

Las boquillas HF-350 y 500 están construidas con aleaciones de latón resistentes (las versiones HF-350-A y 500-A son de aluminio). La punta de la boquilla enciende un mecanismo de leva para cambiar fácilmente los patrones de flujo. Esta leva debe lubricarse periódicamente con una grasa ligera a base de petróleo para asegurar un funcionamiento sin problemas. Si la punta se vuelve difícil de girar (cambiar los patrones), al retirar el tornillo de leva, puede deslizar la punta fuera del cuerpo de la boquilla. Limpie el interior de la punta, así como el cuerpo de la boquilla y la ranura de la leva. Antes de volver a montar, aplique una capa ligera de grasa a las juntas tóricas en el cuerpo y la punta. Aplique grasa a la ranura de la leva. Limpie el exceso de grasa de la boquilla después del ensamblaje para evitar la adherencia de la suciedad y la arena a las partes de separación.

Al igual que con cualquier otro aparato de espuma, asegúrese de limpiar las líneas de espuma con agua limpia después de cada uso.

Anexo J. Datos técnicos de tubería de PVC C900



MUNICIPAL PRODUCT SPECIFICATION

AWWA C900/IB PVC Pressure Pipe | Gasketed Integral Bell

NAPCO's AWWA C900 Gasketed Integral Bell PVC Pipe product line is manufactured to meet the needs of modern municipal water, wastewater, and reclaimed water systems. With top quality raw materials and modern processing technology, our C900 pipe meets all industry standards in addition to our own rigorous quality control requirements.

Our C900 pipe utilizes Rieber style gaskets throughout the entire product offering to create a leak-free joint.



Short Form Specification		
Pipe Standard:	AWWA C900-16	
Diameter Std.:	Cast Iron Outside Diameter (CIOD)	
Nominal Sizes:	4", 6", 8", 10", 12", 14", 16", 18", 20", 24", 30", 36"	
Dimension Ratios & Pressure Ratings [†]	DR 51 – 80 psi	DR 18 – 235 psi (185 psi)**
	DR 41 – 100 psi	DR 14 – 305 psi (250 psi)**
	DR 32.5 – 125 psi	
	DR 25 – 165 psi	
	DR 21 – 200 psi	
Lay Length:	20' [6.1m]	
Pipe Compound:	ASTM D1784 Cell Class 12454	
Pipe Joint Std.:	ASTM D3139	
Max. Angular Joint Deflection: [‡]	1°	
Gasket Standard:	ASTM F477, UL 157	
Gasket Material Offerings:	Standard – SBR Optional – NBR or EPDM	
Installation Std.:	AWWA C605	

Applications	Potable Water	Wastewater	Reclaimed Water
Color:	Blue	Green	Purple
Certifications: [*]	NSF 14 NSF 61 CSA B137.3 UL 1285 FM 1612**	CSA B137.3	CSA B137.3

^{*}See Certification Letter for full explanation and list of exceptions.
^{**}FM 1612 calculates pressure ratings differently than AWWA for 4"-12" only with DR 18 as 185 psi and DR 14 as 250 psi.
[‡]See Installation Guide for more information.



napcopipe.com | 1.855.624.7473

©2019 NAPCO, a Westlake company All rights reserved MU-PS-001-US-EN-0119.2

Anexo K. Datos técnicos de tanque bladder y Proporcionador

	TECHNICAL DATA	VERTICAL AND HORIZONTAL BLADDER TANKS MODEL VFT ASME Sec.VIII Div.1 - U-1A
---	-----------------------	---

The Viking Corporation, 210 N Industrial Park Drive, Hastings MI 49058
 Telephone: 269-945-9501 Technical Services: 877-384-5464 Fax: 269-818-1680 Email: techsvcs@vikingcorp.com
 Visit the Viking website for the latest edition of this technical data page.

1. GENERAL DESCRIPTION

The bladder tank together with ratio controllers, form a balanced pressure proportioning system used to mix water and firefighting foam concentrate together to produce an effective extinguishing medium. The bladder tank technology is a dependable and precise mixing method that is widespread in the fixed fire protection market. This method gives a stable water/foam ratio by adjusting automatically to the variable flow rate and pressure conditions that occur during system operation. This feature makes bladder tanks particularly suitable to fit multiple hazard systems, sprinkler systems and any other systems operating under variable, non-predictable flow and pressure conditions.

The bladder tank is a carbon steel pressure vessel containing an elastomeric bladder between the water and foam concentrate. The bladder permits water pressure to be transferred to the foam concentrate without the two fluids mixing together.


This Technical Data Page is intended for trained experts. It contains basic information needed to use the product described. Legally binding is the product operation and maintenance manual which must be observed.

For further information, please contact the appropriate sales office in Section 5 Availability or refer to the technical documentation. The contents of this publication are subject to modifications without notice.




2. LISTINGS AND APPROVALS

The bladder tank is FM Approved and/or UL Listed as part of a fire extinguishing system combining designated foam concentrates, Model VRC ratio controllers, Model VLF ILBP's and discharge devices. Approved and Listed system components can be found at www.approvalguide.com and www.database.UL.com

 FM Approved – Low Expansion Foam Systems (FM5130)

 UL Listed – Guide GFGV.EX27255 & GHXV5002 (UL162)

Constructed according to ASME Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC) Sec.VIII Div.1 with U-1A (“U” Stamp certification process.

 CE marked according to the PED Directive 2014/68/EU (Europe Only)

NOTE: Other international approval certificates may be available upon request.



Photographs are for illustration purposes only. Refer to drawings for actual design details.

 **WARNING:** Cancer and Reproductive Harm-
www.P65Warnings.ca.gov

	<h2 style="margin: 0;">TECHNICAL DATA</h2>	VERTICAL AND HORIZONTAL BLADDER TANKS MODEL VFT ASME Sec.VIII Div.1 - U-1A
--	--	---

The Viking Corporation, 210 N Industrial Park Drive, Hastings MI 49058
 Telephone: 269-945-9501 Technical Services: 877-384-5464 Fax: 269-818-1680 Email: techsvcs@vikingcorp.com
 Visit www.vikinggroupinc.com for the latest edition of this Technical Data page.

Table 6.3.6 - Horizontal Bladder Tank Dimensions (ASME Sec VIII Design Code)																		
Bladder Tank : ASME Sec VIII Design Code		Capacity		Weight		A	B	C	ØD	ØG	H	ØL	M	N	O	P	Q	R
175PSI / 12.1bar	232PSI / 16.0bar	USG	Litres	LBS	KG	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch
VFTH0050U	VFTH0050U-16	50	189	574	260	8.0	39.4	8.0	19.7	2	55.4	2	32.3	0.3	7.9	15.7	13.8	32.3
						203	1000	203	500	50	1406	50	820	8	200	400	350	820
VFTH0075U	VFTH0075U-16	75	283	640	290	9.0	39.4	9.0	23.6	2	57.3	2	32.3	0.3	7.9	19.7	16.9	32.3
						228	1000	228	600	50	1456	50	820	8	200	500	430	820
VFTH0100U	VFTH0100U-16	100	378	684	310	9.0	49.2	9.0	23.6	2	67.2	2	42.1	0.3	7.9	19.7	16.9	40.2
						228	1250	228	600	50	1706	50	1070	8	200	500	430	1020
VFTH0150U	VFTH0150U-16	150	567	828	375	10.3	39.4	10.8	31.5	2	60.5	2	32.3	0.3	7.9	19.7	15.7	32.3
						262	1000	274	800	50	1536	50	820	8	200	500	400	820
VFTH0200U	VFTH0200U-16	200	757	883	400	10.3	51.2	10.8	31.5	2	72.3	2	44.1	0.3	7.9	19.7	15.7	42.1
						262	1300	274	800	50	1836	50	1120	8	200	500	400	1070
VFTH0250U	VFTH0250U-16	250	946	1258	570	11.3	39.4	13.2	39.4	2.5	63.9	2.5	31.5	0.3	7.9	27.6	23.6	32.3
						288	1000	336	1000	65	1624	65	800	8	200	700	600	820
VFTH0300U	VFTH0300U-16	300	1135	1391	630	11.3	51.2	13.2	39.4	2.5	75.7	2.5	39.4	0.3	7.9	27.6	23.6	42.1
						288	1300	336	1000	65	1924	65	1000	8	200	700	600	1070
VFTH0350U	VFTH0350U-16	350	1324	1453	650	11.3	55.1	13.2	39.4	2.5	79.7	2.5	39.4	0.3	7.9	27.6	23.6	42.1
						288	1400	336	1000	65	2024	65	1000	8	200	700	600	1070
VFTH0400U	VFTH0400U-16	400	1514	1479	670	11.3	65.0	13.2	39.4	2.5	89.5	2.5	51.2	0.3	5.9	27.6	23.6	53.5
						288	1650	336	1000	65	2274	65	1300	8	150	700	600	1360
VFTH0450U	VFTH0450U-16	450	1703	2137	968	11.6	59.1	13.2	43.3	2.5	83.9	2.5	45.3	0.3	5.9	31.5	27.6	48.0
						294	1500	336	1100	65	2130	65	1150	8	150	800	700	1220
VFTH0500U	VFTH0500U-16	500	1892	2318	1050	11.6	70.9	13.2	43.3	2.5	95.7	2.5	57.1	0.3	5.9	31.5	27.6	59.8
						294	1800	336	1100	65	2430	65	1450	8	150	800	700	1520
VFTH0600U	VFTH0600U-16	600	2271	2377	1077	12.7	65.0	14.2	47.2	3	91.9	3	58.3	0.3	5.9	35.4	31.5	56.3
						322	1650	361	1200	80	2333	80	1480	8	150	900	800	1430
VFTH0700U	VFTH0700U-16	700	2649	2651	1201	13.8	65.0	15.2	51.2	3	94.0	3	63.0	0.3	5.9	35.4	31.5	56.3
						351	1650	386	1300	80	2387	80	1600	8	150	900	800	1430
VFTH0800U	VFTH0800U-16	800	3028	2898	1313	13.8	78.7	15.2	51.2	3	107.8	3	63.0	0.3	5.9	35.4	31.5	66.1
						389	2000	413	1400	80	2801	80	1600	8	150	900	800	1680
VFTH0900U	VFTH0900U-16	900	3406	3680	1667	15.3	78.7	16.3	55.1	3	110.3	3	63.0	0.3	5.9	39.4	33.5	66.1
						389	2000	413	1400	80	2801	80	1600	8	150	1000	850	1680
VFTH1000U	VFTH1000U-16	1000	3785	3592	1627	15.8	74.8	16.8	57.1	3	107.4	3	63.0	0.4	5.9	39.4	33.5	62.2
						402	1900	426	1450	80	2728	80	1600	10	150	1000	850	1580
VFTH1100U	VFTH1100U-16	1100	4163	3777	1711	15.8	82.7	16.8	57.1	3	115.3	3	63.0	0.4	5.9	39.4	33.5	66.1
						402	2100	426	1450	80	2928	80	1600	10	150	1000	850	1680
VFTH1200U	VFTH1200U-16	1200	4542	4159	1884	16.5	82.7	17.3	59.1	3	116.4	3	66.9	0.4	5.9	39.4	33.5	70.1
						418	2100	439	1500	80	2957	80	1700	10	150	1000	850	1780
VFTH1300U	VFTH1300U-16	1300	4921	4355	1973	17.5	78.7	18.3	63.0	3	114.6	3	63.0	0.4	5.9	43.3	37.4	66.1
						445	2000	465	1600	80	2910	80	1600	10	150	1100	950	1680
VFTH1400U	VFTH1400U-16	1400	5299	4629	2097	17.5	88.6	18.3	63.0	3	124.4	3	70.9	0.4	5.9	43.3	37.4	75.2
						445	2250	465	1600	80	3160	80	1800	10	150	1100	950	1910
VFTH1500U	VFTH1500U-16	1500	5678	4525	2050	19.6	74.8	20.6	68.9	3	115.0	3	61.0	0.4	5.9	47.2	41.3	64.2
						498	1900	522	1750	80	2920	80	1550	10	150	1200	1050	1630
VFTH1600U	VFTH1600U-16	1600	6056	4746	2150	19.6	78.7	20.6	68.9	3	118.9	3	61.0	0.4	5.9	47.2	41.3	66.1
						498	2000	522	1750	80	3020	80	1550	10	150	1200	1050	1680
VFTH1700U	VFTH1700U-16	1700	6435	4967	2250	20.2	78.7	21.1	70.9	3	120.0	3	61.0	0.4	5.9	47.2	41.3	66.1
						513	2000	535	1800	80	3047	80	1550	10	150	1200	1050	1680
VFTH1800U	VFTH1800U-16	1800	6813	5700	2582	22.3	59.1	23.1	78.7	3	104.4	3	52.4	0.4	5.9	59.1	53.1	49.2
						566	1500	586	2000	80	2652	80	1330	10	150	1500	1350	1250
VFTH1900U	VFTH1900U-16	1900	7192	5854	2652	22.3	63.0	23.1	78.7	3	108.3	3	52.4	0.4	5.9	59.1	53.1	49.2
						566	1600	586	2000	80	2752	80	1330	10	150	1500	1350	1250
VFTH2000U	VFTH2000U-16	2000	7570	6086	2757	22.3	68.9	23.1	78.7	3	114.3	3	52.4	0.4	5.9	59.1	53.1	55.1
						566	1750	586	2000	80	2902	80	1330	10	150	1500	1350	1400
VFTH2200U	VFTH2200U-16	2200	8327	6581	2981	22.3	82.7	23.1	78.7	3	128.0	3	63.0	0.4	5.9	59.1	53.1	68.9
						566	2100	586	2000	80	3252	80	1600	10	150	1500	1350	1750
VFTH2400U	VFTH2400U-16	2400	9084	6823	3091	22.3	88.6	23.1	78.7	3	133.9	3	68.9	0.4	5.9	59.1	53.1	74.8
						566	2250	586	2000	80	3402	80	1750	10	150	1500	1350	1900
VFTH2600U	VFTH2600U-16	2600	9842	7362	3335	22.3	102.4	23.1	78.7	3	147.7	3	82.7	0.4	5.9	59.1	53.1	88.6
						566	2600	586	2000	80	3752	80	2100	10	150	1500	1350	2250
VFTH2800U	VFTH2800U-16	2800	10599	7870	3565	22.3	114.2	23.1	78.7	3	159.5	3	94.5	0.4	5.9	59.1	53.1	100.4
						566	2900	586	2000	80	4052	80	2400	10	150	1500	1350	2550

Anexo L. Datos técnicos de válvula de diluvio

Válvula de Diluvio con Control de Presión

Serie 700D/DG/DX - 04/14 CR01

Activación Eléctrica, Rearme Local



Modelo 733DG-04CR01

Descripción General

La Válvula de Diluvio con Control de Presión **Inbal** y pilotaje de activación eléctrica ha sido específicamente diseñada para su aplicación en sistemas de protección contra incendios que requieren control de presión y son controlados por un sistema de detección y disparo eléctrico. La Válvula **Inbal** regula automáticamente el exceso de presión y mantiene constante una presión predeterminada a la salida de la Válvula, independientemente de las variaciones o fluctuaciones en la presión de entrada.

La Válvula de Diluvio con Control de Presión **Inbal** Activada Eléctricamente se opera por activación manual o automática. La activación eléctrica del

Sistema de Diluvio **Inbal** requiere de una válvula solenoide controlada por un panel de control (de disparo & alarma de incendio), ya sea manualmente o por medio de detectores de calor, humo o llamas.

Cuando se activa el sistema de detección, el panel de control energiza la Válvula Solenoide para que ésta se abra. Al activarse la Válvula Solenoide, ya sea automática o manualmente, o al activarse una estación de disparo manual localmente o por control remoto, la Válvula de Diluvio **Inbal** se abre iniciando el flujo de agua por todos los rociadores y/o boquillas abiertas del sistema. La Válvula **Inbal** mantiene la presión del sistema de diluvio a un nivel

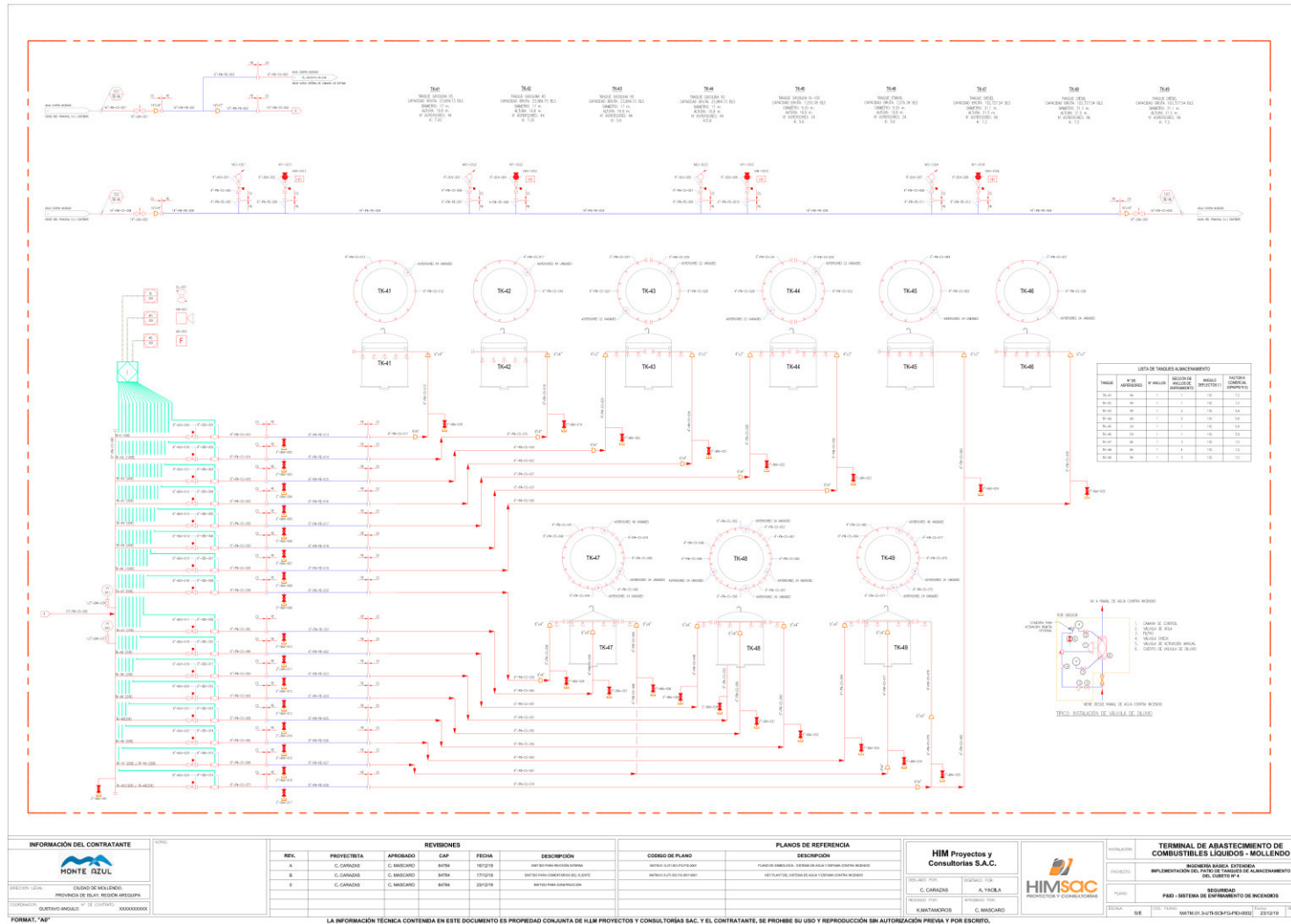
de presión pre-determinado. Si la presión aguas abajo cambia levemente, el control piloto regula automáticamente la presión de la Cámara de Control en la Válvula **Inbal** para mantener la presión a la salida del sistema al nivel predeterminado.

La Válvula de Diluvio con Control de Presión **Inbal** es utilizada para equilibrar la distribución del caudal de agua disponible en la red y prevenir la pérdida de presión en áreas de mayor altitud a zonas más bajas o áreas próximas a la bomba de incendios. De esta forma, se equilibra la demanda total del sistema y se reduce el exceso de flujo innecesario en la red suministrando el caudal de agua de incendios al nivel de presión predeterminado para cada área y/o nivel. La presión de trabajo nominal de las Válvula de Diluvio con Control de Presión **Inbal** de material estándar es de 300 psi (21 bar). La Válvula **Inbal** se provee en diámetros de entre 1½" (40 mm) y 12" (300 mm) y sus extremos pueden ser roscados, bridados, ranurados o tipo wafer entre las bridas existentes de la tubería.

El único mecanismo interno móvil de la Válvula de Diluvio **Inbal** es la manga elastomérica reforzada de autoexpansión periférica que sella herméticamente contra el núcleo fijo central (a prueba de corrosión) en el interior de la válvula. La Válvula **Inbal** se abre suavemente para prevenir efectos de onda y/o golpes de ariete en el sistema de tuberías.

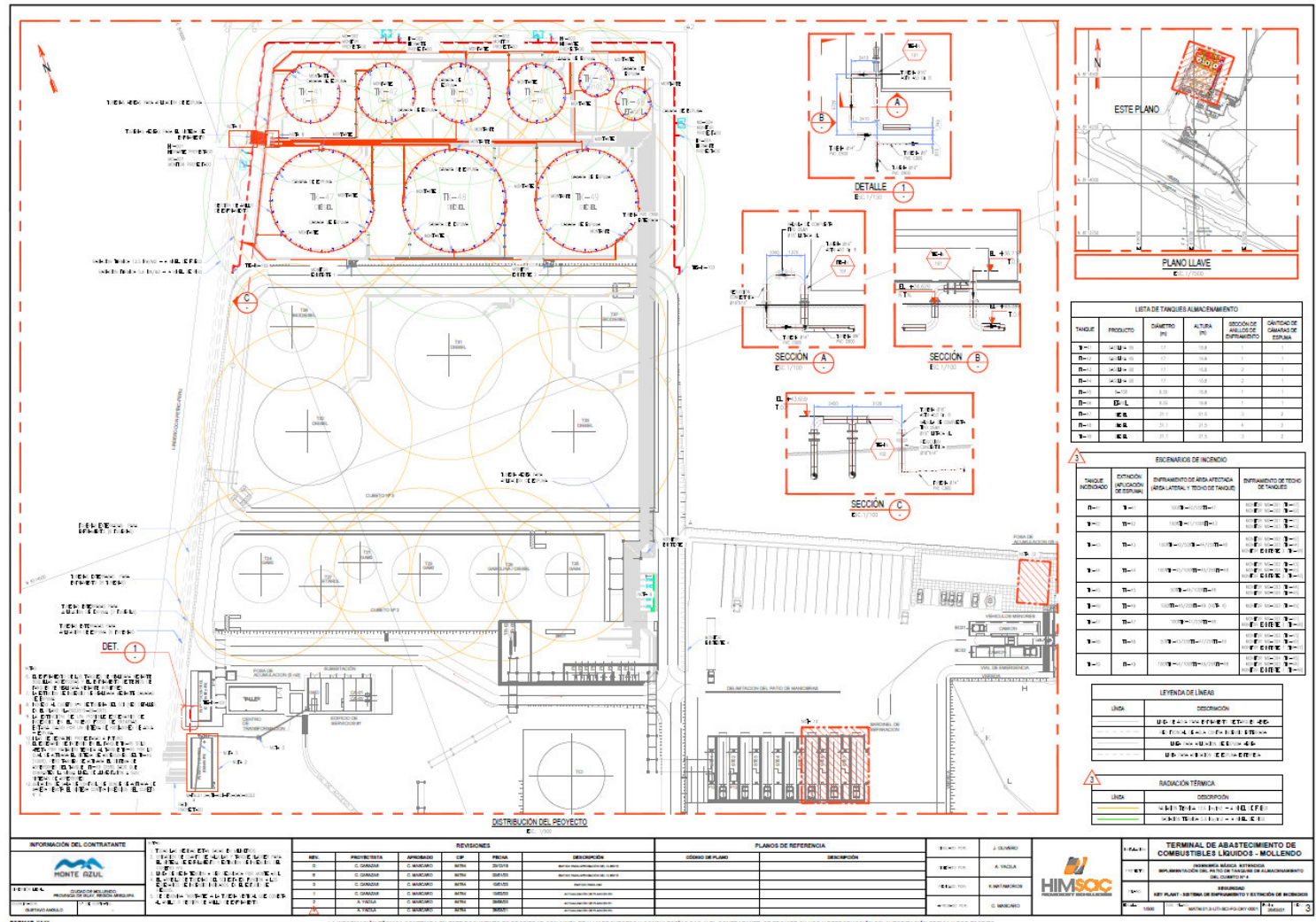
El avanzado diseño S.C.M.M. (Sin Componentes Mecánicos Móviles), control piloto, gama de materiales y recubrimientos anticorrosivos de la Válvula de Diluvio con Control de Presión **Inbal** posibilitan su buen funcionamiento con agua salobre, agua de mar o con alto contenido salino similar a las características típicas del agua de incendios en las instalaciones de Industria químicas y petroquímicas o plataformas marinas.

Anexo M. P&ID sistema de enfriamiento



INFORMACION DEL CONTRATANTE 		REVISIONES		PLANOS DE REFERENCIA		HIM Proyectos y Consultoras S.A.C.		TERMINAL DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS - MOLLENDO	
REV.	PROYECTISTA	APROBADO	CAF	FECHA	DESCRIPCION	CONOSO DE PLANO	DESCRIPCION	ELABORADO POR	REVISADO POR
A	C. CARAZAS	C. MASCARD	8474	18/07/19	REP. PLAN DE REVISION INTERNA	MONTA LUT DEL PASELORUM	PLANOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y TERMO DE AGUA DE ALIADO	C. CARAZAS	A. YADRA
B	C. CARAZAS	C. MASCARD	8474	17/07/19	REP. PLAN DE REVISION INTERNA DEL DISEÑO	MONTA LUT DEL PASELORUM	REP. PLAN DE REVISION INTERNA DEL DISEÑO DE AGUA Y TERMO DE AGUA DE ALIADO	A. MATAVANDOS	C. MASCARD
B	C. CARAZAS	C. MASCARD	8474	22/07/19	REP. PLAN DE REVISION INTERNA	MONTA LUT DEL PASELORUM	REP. PLAN DE REVISION INTERNA DEL DISEÑO DE AGUA Y TERMO DE AGUA DE ALIADO		
INFORMACION DEL CONTRATANTE DIRECCION LOCAL: EDIFICIO DE MOLLENDO DIRECCION REGIONAL: REGION DE ICA, REGION MOLLENDO SEGURIDAD: AUTOMATICO Y DE CONTROL: XXXXXXXXXX FORMAT: "AP"		REVISIONES CAF: 8474, 18/07/19 C. MASCARD: 8474, 17/07/19, 22/07/19		PLANOS DE REFERENCIA CONOSO DE PLANO: MONTA LUT DEL PASELORUM DESCRIPCION: PLANOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y TERMO DE AGUA DE ALIADO		HIM Proyectos y Consultoras S.A.C. ELABORADO POR: C. CARAZAS REVISADO POR: A. YADRA, A. MATAVANDOS, C. MASCARD		TERMINAL DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS - MOLLENDO BIENESER BASICA EXTENSA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANEJO DE ALMACENAMIENTO DEL CUBIERTO N° 4 SEGURIDAD P&ID - SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE INCENDIOS DISEÑO: SIE FECHA: 18/07/2019 HOJA: 23/23	

Anexo O. Plano de arreglo general del sistema de enfriamiento y extinción de incendios



LISTA DE TANQUES ALMACENAMIENTO

TANQUE	PRODUCTO	DIÁMETRO (m)	ALTIMETRIA (m)	SECCIONES DE ALMACENAMIENTO DE ENFRIAMIENTO	CANTIDAD DE CÁMARAS DE ESTERILIZACIÓN
T-01	AGUA	12	10.5		
T-02	AGUA	12	10.5		
T-03	AGUA	12	10.5		
T-04	AGUA	12	10.5		
T-05	AGUA	12	10.5		
T-06	AGUA	12	10.5		
T-07	AGUA	12	10.5		
T-08	AGUA	12	10.5		
T-09	AGUA	12	10.5		
T-10	AGUA	12	10.5		

ESCENARIOS DE INCENDIO

TANQUE INCENDIADO	SECCIONES Afectadas (SEGUN SU UBICACIÓN EN EL TANQUE)	SECCIONES DE ALMACENAMIENTO Afectadas (SEGUN SU UBICACIÓN EN EL TANQUE)	SECCIONES DE ESTERILIZACIÓN Afectadas
T-01	T-01	T-01	T-01
T-02	T-02	T-02	T-02
T-03	T-03	T-03	T-03
T-04	T-04	T-04	T-04
T-05	T-05	T-05	T-05
T-06	T-06	T-06	T-06
T-07	T-07	T-07	T-07
T-08	T-08	T-08	T-08
T-09	T-09	T-09	T-09
T-10	T-10	T-10	T-10

LEYENDA DE LINEAS

LINEA	DESCRIPCIÓN
---	UBICACIÓN DE TANQUES
---	SECCIONES DE ALMACENAMIENTO DE ENFRIAMIENTO
---	SECCIONES DE ESTERILIZACIÓN

RADIACIÓN TÉRMICA

LINEA	DESCRIPCIÓN
---	SECCIONES DE ALMACENAMIENTO DE ENFRIAMIENTO
---	SECCIONES DE ESTERILIZACIÓN

INFORMACIÓN DEL CONTRATANTE NOMBRE: MONTE AZUL LOGO:		REVISIONES		PLANOS DE REFERENCIA		TERMINAL DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS - MOLLENDO	
FECHA: 15/05/2024 DISEÑO: J. P. M. REVISIÓN: J. P. M.	N°: 01 FECHA: 15/05/2024 DESCRIPCIÓN: SECCIONES DE ALMACENAMIENTO DE ENFRIAMIENTO	N°: 02 FECHA: 15/05/2024 DESCRIPCIÓN: SECCIONES DE ESTERILIZACIÓN	N°: 03 FECHA: 15/05/2024 DESCRIPCIÓN: SECCIONES DE ALMACENAMIENTO DE ENFRIAMIENTO	N°: 04 FECHA: 15/05/2024 DESCRIPCIÓN: SECCIONES DE ESTERILIZACIÓN	N°: 05 FECHA: 15/05/2024 DESCRIPCIÓN: SECCIONES DE ALMACENAMIENTO DE ENFRIAMIENTO	N°: 06 FECHA: 15/05/2024 DESCRIPCIÓN: SECCIONES DE ESTERILIZACIÓN	N°: 07 FECHA: 15/05/2024 DESCRIPCIÓN: SECCIONES DE ALMACENAMIENTO DE ENFRIAMIENTO

FORMAT: "A1"

LA INFORMACIÓN TÉCNICA CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD CONSULTA DE H.M. PROYECTOS Y CONSULTORÍAS SAC, Y EL CONTRATANTE. SE PROHIBE SU USO Y REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN PREVIA Y POR ESCRITO.

Anexo P. Plano de arreglo general, cortes y elevaciones del sistema de enfriamiento y extinción de incendios - tanque 41

