

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



**“DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO
PARA LA PLANTA HERCO COMBUSTIBLES S.A. DE TURBO
JET A1 EN PUERTO MALDONADO”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

EDUARDO MANUEL PIÑE ARAUJO

Callao, Julio del 2021

PERÚ

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized letters.

Piñe Araujo Eduardo Manuel

A handwritten signature in black ink, enclosed in an oval shape.

MSC. Ing. Gustavo Ordoñez Cárdenas
Reg. CIP 30887
ASESOR.

(Resolución N°012-2021-C.F.-FIME. del 19 de enero de 2021)

ACTA N° 008 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL I CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO E INGENIERO EN ENERGIA

LIBRO 001, FOLIO N° 056, ACTA N° 008 DE EXPOSICIÓN DE INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DEL I CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO


A los 08 días del mes julio, del año 2021, siendo las **19:00 horas**, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/ypx-xsbx-dxh>, el **JURADO EVALUADOR DE INFORME FINAL** para la obtención del **TÍTULO** profesional de **Ingeniero Mecánico** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:


- | | | |
|--|---|------------|
| ▪ Dr. Palomino Correa, Juan Manuel | : | Presidente |
| ▪ Mg. Caldas Basauri, Alfonso Santiago | : | Secretario |
| ▪ Mg. Blas Zarzosa Adolfo Orlando | : | Vocal |
| ▪ Mg. Collante Huanto, Andrés | : | Suplente |

Se dio inicio al acto de exposición de informe de trabajo para titulación del Bachiller **PIÑE ARAUJO, EDUARDO MANUEL**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico sustenta la tesis titulada **"DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA CONTRAINCENDIO PARA LA PLANTA HERCO COMBUSTIBLES S.A. DE TURBO JET AI EN PUERTO MALDONADO"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **15 (Quince)**, la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018- CU del 30 de Octubre del 2018.

Se dio por cerrada la Sesión a las **19:47** horas del día 08 de julio del 2021


.....
Dr. Juan Manuel Palomino Correa
Presidente de Jurado


.....
Mg. Alfonso Santiago Caldas Basauri
Secretario de Jurado


.....
Mg. Adolfo Orlando Blas Zarzosa
Vocal de Jurado


.....
Mg. Andrés Collante Huanto
Suplente de jurado

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGÍA
Jurado de Exposición

I N F O R M E

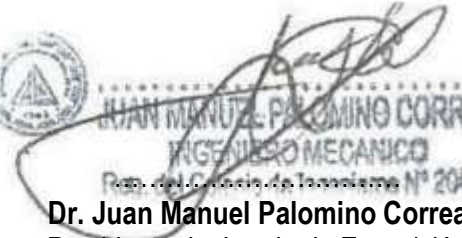
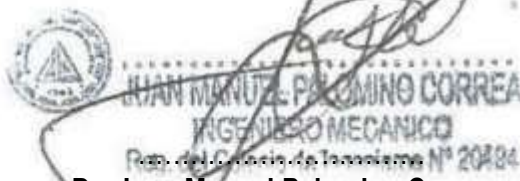
Visto, el Trabajo de Suficiencia Profesional, titulado: “DISEÑO HIDRAULICO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO PARA LA PLANTA HERCO COMBUSTIBLES S.A. DE TURBO JET A1 EN PUERTO MALDONADO”, presentado por el señor bachiller en Ingeniería Mecánica, **PIÑE ARAUJO, EDUARDO MANUEL**.

A QUIEN CORRESPONDA:

El **Presidente del Jurado** del señor bachiller en Ingeniería Mecánica, **PIÑE ARAUJO, EDUARDO MANUEL**, manifiesta que la Exposición del Trabajo de Suficiencia Profesional, se realizó en forma virtual, mediante la sala: meet.google.com/ypx-xsbx-dxh, el día jueves 08 de julio de 2021 a las 19:00 horas, encontrándose observaciones, las mismas que han sido revisadas cuidadosamente por cada uno de los miembros del Jurado, y el interesado ha levantado correctamente.

En tal sentido, en mi calidad de Presidente de Jurado, emito el presente informe favorable para los fines pertinentes.

Bellavista, 15 de setiembre de 2021



Dr. Juan Manuel Palomino Correa
Presidente de Jurado de Exposición
Trabajo de Suficiencia Profesional

DEDICATORIA

Este informe va dedicado a Dios por bendecir mi vida con amor, salud, educación y protección, a mis padres que con esfuerzo y consejos me brindaron la oportunidad de concluir mi formación profesional, a mi esposa Gueiby y a mi hija Mia Valentina, quienes son el motor y motivo por seguir progresando y a mi tío Dalton Araujo por el apoyo incondicional a mi familia te mando un fuerte abrazo hasta el cielo.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Energía de la Universidad Nacional del Callao por la formación académica brindada. Al Mg. Gustavo Ordoñez Cárdenas quien con su asesoría se realizó el presente informe. Al Ing. Cesar De La Cruz Martínez por compartir su conocimiento y experiencia.

INDICE

Caratula.....	I
Página de Respeto.....	II
Dedicatoria	III
Agradecimiento	IV
INDICE.....	1
INDICE DE FIGURAS	3
INDICE DE TABLAS	5
I ASPECTOS GENERALES	8
Contexto de la realidad problemática.....	8
1.1 Objetivos.....	8
1.1.1 Objetivo general.....	8
1.1.2 Objetivo específico	8
1.2 Organización de la empresa o institución	9
1.2.1 Antecedentes históricos.....	9
1.2.2 Filosofía empresarial	14
1.2.3 Estructura organizacional	15
II FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL	17
2.1 Marco Teórico.....	17
2.1.1 Bases teóricas	17
2.1.2 Aspectos Normativos.....	43
2.1.3 Simbología Teórica.....	44
2.2 Descripción de las actividades desarrolladas	45
2.2.1 Etapa de las actividades.....	45
2.2.2 Diagrama de flujo.....	47

2.2.3 Cronograma de actividades.....	49
III APORTES REALIZADOS.....	50
3.1 Planificación, Ejecución y control de las etapas	50
3.2 Evaluación Técnica – Económico	110
3.3 Análisis de resultados	111
IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	112
4.1. Discusión	112
4.2. Conclusiones	112
V RECOMENDACIONES.....	114
VI BIBLIOGRAFÍA.....	115

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Estación de Servicio ubicada en Lurín	9
Figura 1.2	Planta Herco Combustibles S.A. - Lurín.	10
Figura 1.3	Planta Herco Combustibles S.A. - Puerto Maldonado	11
Figura 1.4	Línea de tiempo de HPO Corp.	12
Figura 1.5	Organigrama de Herco Combustibles S.A. – Puerto Maldonado	15
Figura 2.1	Vista Satelital de la Planta Herco Combustibles S.A.	22
Figura 2.2	Tetraedro de fuego	28
Figura 2.3	Modos de extinción de incendios	31
Figura 2.4	Detalle de boquilla de aspersion	35
Figura 2.5	valores de ángulos de aspersion	36
Figura 2.6	Distancias generadas por el aspersor	36
Figura 2.7	Distancias generadas por el aspersor	37
Figura 2.8	Simbología técnica I	44
Figura 2.9	Simbología técnica II	45
Figura 2.10	Diagrama del Diseño Hidráulico del Sistema Contra Incendio	48
Figura 3.1	Áreas de afectación TJA1-03	51
Figura 3.2	Escenario de incendio TJA1-05	52
Figura 3.3	Escenario de incendio TJA1-07	53
Figura 3.4	Escenario de incendio TJA1-09	54
Figura 3.5	Boquilla autoeductora de 120 GPM	56
Figura 3.6	Boquilla autoeductora de 60 GPM	56
Figura 3.7	Lanzador de espuma 225 GPM	57
Figura 3.8	Distancias Axiales y Radiales	65
Figura 3.9	Distribución de puntos del sistema de aspersion	66
Figura 3.10	Distribución de nodos superiores e inferiores	71
Figura 3.11	Esquema del manifold de distribución hacia los sistemas de aspersion	87
Figura 3.12	Alcances del Pitón de descarga JT250 - 75 PSI	93

Figura 3.13	Equipamiento de agua contra incendio en la Planta	95
Figura 3.14	Curva característica de la bomba contra incendio seleccionada	106
Figura 3.15	Patio de bomba del Sistema Contra Incendio	106
Figura 3.16	Sistema de Diluvio del tanque de agua 100-TK-101	107
Figura 3.17	Sistema de Diluvio del tanque de los tanque 1 y 2 de combustibles	107
Figura 3.18	Manifold de los Sistemas de Diluvio	108
Figura 3.19	Monitor Hidrante y Tótem de concentrado de espuma	108
Figura 3.20	Hidrante	108

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Coordenadas de la Planta de Abastecimiento	22
Tabla 2.2	Características principales del Turbo Jet A1	23
Tabla 2.3	Datos Técnicos del Turbo Jet A1	23
Tabla 2.4	Características de los tanques de almacenamiento de combustible	26
Tabla 2.5	Tabla de longitudes equivalentes de tuberías y accesorios	41
Tabla 2.6	Tabla de longitudes equivalentes de tuberías y accesorios	41
Tabla 3.1	Valores umbrales para diferentes accidentes (daños personales y materiales)	50
Tabla 3.2	Áreas de afectación TJA1-03	51
Tabla 3.3	Áreas de afectación TJA1-05	52
Tabla 3.4	Áreas de afectación TJA1-07	53
Tabla 3.5	Áreas de afectación TJA1-09	54
Tabla 3.6	Agua requerida en la solución de espuma del escenario TJA1-03	58
Tabla 3.7	Concentrado de espuma requerida en el escenario TJA1-03	58
Tabla 3.8	Agua requerida en la solución de espuma del escenario TJA1-05	59
Tabla 3.9	Concentrado de espuma requerida en el escenario TJA1-05	59
Tabla 3.10	Agua requerida en la solución de espuma del escenario TJA1-07/09	60
Tabla 3.11	Concentrado de espuma requerida en el escenario TJA1-07/09	60
Tabla 3.12	Características del aspersor seleccionado	65
Tabla 3.13	Parámetros de Operación del aspersor del tanque 100-TK-101	65
Tabla 3.14	Parámetros iniciales obtenidos en la sección A.1	66
Tabla 3.15	Datos del tramo a - b	66
Tabla 3.16	Datos del tramo b – c	67
Tabla 3.17	Datos del tramo c – TQA	68

Tabla 3.18	Resumen del cálculo hidráulico del tramo a – TQA	69
Tabla 3.19	Parámetros de entrada a la red de enfriamiento del tanque 100-TK-101	70
Tabla 3.20	Parámetros de Operación del aspersion del tanque 1 y 2	70
Tabla 3.21	Parámetros Iniciales obtenidos en la sección B.1	71
Tabla 3.22	Datos del tramo 1.1 – 1.2	71
Tabla 3.23	Datos del tramo 1.2 – 1.3	72
Tabla 3.24	Datos del tramo 1.3 – 1.4	73
Tabla 3.25	Datos del tramo 1.4 – 1.5	73
Tabla 3.26	Datos del tramo 1.5 – TQ1	74
Tabla 3.27	Datos del tramo 2.1 –2.2	75
Tabla 3.28	Datos del tramo 2.2 – 2.3	76
Tabla 3.29	Datos del tramo 2.3 – 2.4	76
Tabla 3.30	Datos del tramo 2.4 – 2.5	77
Tabla 3.31	Datos del tramo 2.5 – TQ1	78
Tabla 3.32	Resumen del cálculo hidráulico del tramo 1.1 – TQ1 (superiores)	80
Tabla 3.33	Resumen del cálculo hidráulico del tramo 2.1 – TQ1 (inferiores)	82
Tabla 3.34	Parámetros de entrada de red de enfriamiento de los tanques 1 y 2	83
Tabla 3.35	Resumen de parámetros de operación a la entrada del Sist. de diluvio	84
Tabla 3.36	Datos del tramo TQA – RP	84
Tabla 3.37	Datos del tramo TQ1 – RP	85
Tabla 3.38	Datos del tramo TQ2 – RP	86
Tabla 3.39	Volumen de agua requerido del sistema de diluvio del escenario TJA1-03	87
Tabla 3.40	Volumen de agua requerido del sistema de diluvio del escenario TJA1-05/09	88
Tabla 3.41	Resumen del cálculo hidráulico de tramos del manifold a los tanques de aspersion	89

Tabla 3.42	Parámetros de entrada de aspersores (compensado)	90
Tabla 3.43	Datos de la Válvula Reductora de presión	93
Tabla 3.44	Datos del tramo E – B/ escenario TJA1-03	96
Tabla 3.45	Datos del tramo B – A/ escenario TJA1	97
Tabla 3.46	Cuadro de resumen del Tramo E-A/ escenario TJA1-03	98
Tabla 3.47	Parámetros mínimos requeridos en el escenario TJA1-03	98
Tabla 3.48	Datos del tramo D – A/ escenario TJA1-05	99
Tabla 3.49	Cuadro de resumen del Tramo D-A/ escenario TJA1-05	100
Tabla 3.50	Parámetros mínimos requeridos en el escenario TJA1-05	100
Tabla 3.51	Datos del tramo E – B/ escenario TJA1-07/09	101
Tabla 3.52	Datos del tramo B – A/ escenario TJA1-07/09	102
Tabla 3.53	Cuadro de resumen del Tramo E-A del escenario TJA1-07/09	103
Tabla 3.54	Parámetros mínimos requeridos en el escenario TJA1-07/09	103
Tabla 3.55	Resumen de Parámetros requeridos en cada caso	104
Tabla 3.56	Resumen del volumen de agua y espuma requerida en cada caso	104
Tabla 3.57	Parámetros para selección de Bomba Contra Incendio	105
Tabla 3.58	Característica de la Bomba contra Incendio Seleccionada	105
Tabla 3.59	Característica de la Bomba Jockey Seleccionada	106
Tabla 3.60	Costo del personal administrativo	109
Tabla 3.61	Costo del personal administrativo	109

I ASPECTOS GENERALES

Contexto de la realidad problemática

La Planta de Abastecimiento HERCO COMBUSTIBLES S.A., ubicada en las instalaciones del aeropuerto Padre Aldamiz de Puerto Maldonado, realiza operaciones de recepción, almacenamiento y despacho de Turbo Jet A1 a aeronaves. Es así que en cumplimiento de la normativa nacional e internacional fue necesario la implementación de un sistema contra incendio, realizando un Diseño Hidráulico capaz de atender los escenarios de incendio posibles a ocurrir y proporcionar un nivel razonable de protección a la vida, a la infraestructura y al medio ambiente.

1.1 Objetivos

El presente informe de trabajo de suficiencia profesional tiene los siguientes objetivos.

1.1.1 Objetivo general

Realizar el diseño hidráulico del sistema contra incendio para la planta HERCO COMBUSTIBLES S.A. de turbo Jet A1, en el aeropuerto de Puerto Maldonado.

1.1.2 Objetivo específico

- Determinar la cantidad de aspersores y seleccionar el tipo de aspersor a utilizar en los sistemas de diluvio para los tanques de combustibles y el tanque de agua.
- Calcular los parámetros de operación en el manifold del sistema de diluvio.
- Calcular los parámetros de operación en cada escenario de incendio determinado por el estudio de riesgo.

- Determinar el volumen de agua y concentrado de espuma requerido en el mayor riesgo de incendio
- Seleccionar el Sistema de bombeo que cumpla con los parámetros de presión y caudal mínimo requerido.

1.2 Organización de la empresa o institución

1.2.1 Antecedentes históricos

El grupo HPO es una corporación de empresas líderes en el mercado de hidrocarburos y Biocombustibles en el Perú, que cuenta con 23 años de crecimiento, desarrollándose en la producción y comercialización de combustibles Líquidos, combustibles de aviación, GLP, GNV, GNC y otros productos derivados de hidrocarburos (OPDH).

La corporación se encuentra organizada por las siguientes empresas:

- **ESTACIONES DE SERVICIOS HERCO S.A.C.**

Es la primera empresa creada por la corporación, operando desde el 28 de junio de 1997 en el distrito de Lurín, ofreciendo el servicio de venta de combustibles líquidos para camiones livianos y pesados. Tiempo después continúa su crecimiento desarrollando una cadena de Estaciones de Servicio en los distintos distritos de la capital, ampliando los servicios que ofrece a la venta de GLP, GNV y GNC. A la fecha cuenta con 18 Estaciones operativas.

Figura 1.1: Estación de Servicio ubicada en Lurín

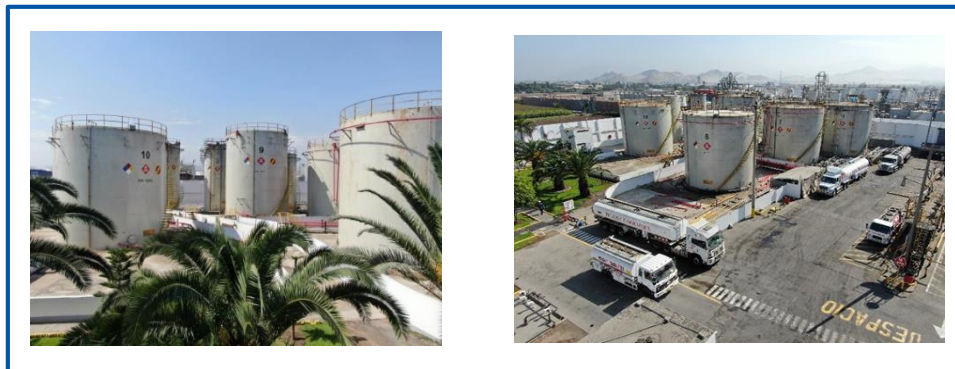


Fuente: Elaboración propia.

- **HERCO COMBUSTIBLES S.A.**

HERCO COMBUSTIBLES S.A. inicia sus operaciones el 04 de marzo del 2002, es operador de su propia Planta de Abastecimiento y Mayorista de Combustibles Líquidos y otros Productos Derivados del Petróleo. La mayorista se dedica a la comercialización, distribución e importación al por mayor de combustibles y demás productos derivados de hidrocarburos, así como productos afines y conexos en general. De acuerdo con el ordenamiento jurídico nacional cuenta con dos registros pertinentes, uno como Planta de Abastecimiento de Combustibles Líquidos y Otros Productos Derivados, y el otro como Distribuidor Mayorista de Combustibles Líquidos. La planta tiene una capacidad de almacenamiento de 43 000 Barriles.

Figura 1.2: Planta Herco Combustibles S.A. - Lurín



Fuente: Elaboración propia.

- **GODTRANS PETROL**

Inició sus operaciones el año del 2002, dedicada al transporte de combustibles líquidos y/u otros productos derivados de hidrocarburo de HPO Corp. para la cual cuenta con una flota de 50 camiones cisternas propias.

Inició sus actividades brindando el servicio exclusivo a la Planta de Almacenamiento HERCO COMBUSTIBLES S.A, cumpliendo 12 exitosos años ininterrumpidos en la prestación de servicios. Adicionalmente, atendiendo a importantes empresas del sector.

- **HEAVEN PETROLEUM OPERATORS S.A.**

Heaven Petroleum Operators S.A. es la propietaria de la primera Planta de Producción Industrial de Biodiesel en el Perú, inaugurada en el mes de enero del año 2008, actualmente cuenta con una capacidad de producción de 240,000 galones por día de B100. El año 2017 inicio un proyecto de refinación de glicerol al 60% que era recuperado en la producción del Biodiesel, y obtener Glicerol al 99.5%, que es usada en la industria farmacéutica, etc.

- **HERCO AVIATION**

En el año 2011 HPO Corp. incursiona victoriosamente en el negocio de Plantas de Abastecimiento de Combustible de aviación inaugurando su primera Planta en Nazca en el departamento de Ica.

A esta Planta se suma la del aeropuerto Internacional Padre Aldamiz en Puerto Maldonado y recientemente las Plantas de los aeropuertos de Pucallpa y Piura.

En la actualidad HPO Corp. viene desarrollando un grupo de proyectos para Sistemas de despacho de aviación que espera incorporar en el menos tiempo posible, a través de su división HERCO AVIATION.

Para finales del año 2021 se tiene proyectado implementar este sistema a los aeropuertos de Arequipa, Ayacucho, Juliaca, Tacna, Tarapoto, Cajamarca y Tumbes.

Figura 1.3: Planta Herco Combustibles S.A. - Puerto Maldonado



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1.4: Línea de tiempo de HPO Corp.

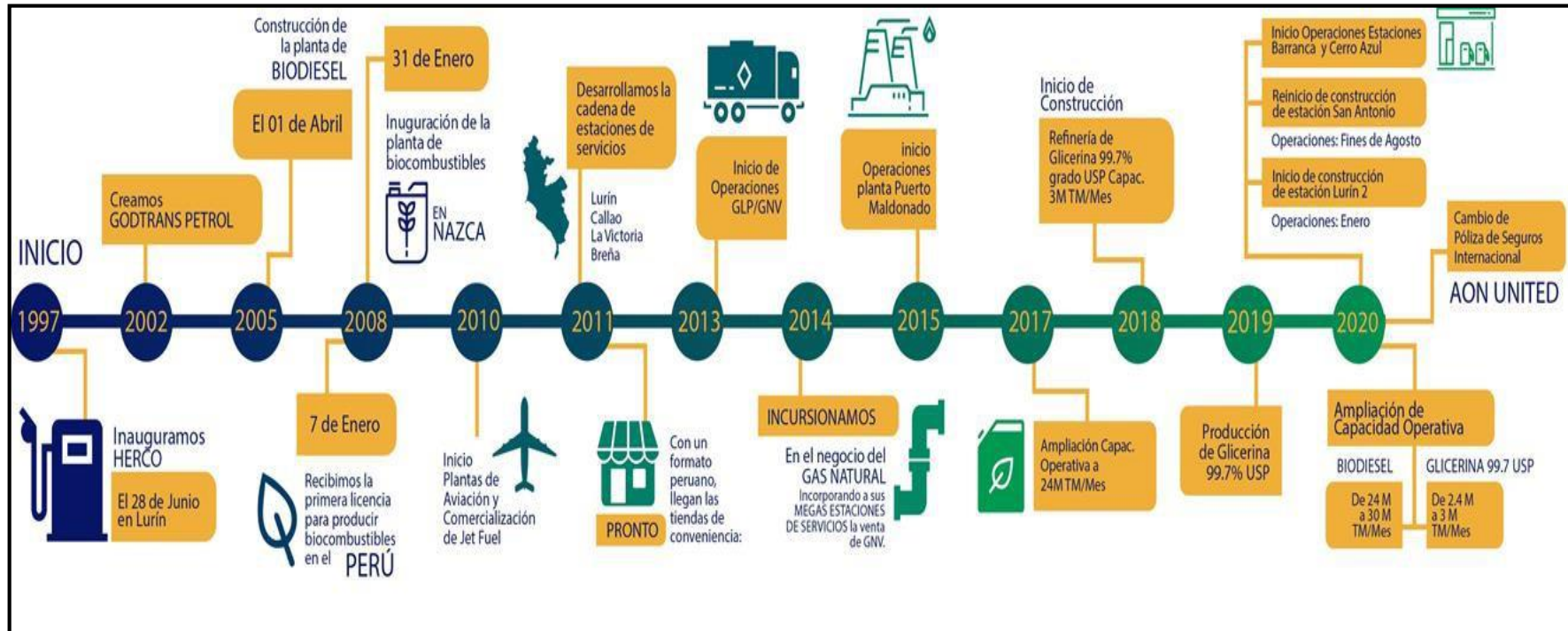


Figura: Elaboración propia

El plan estratégico de HPO Corp. es abastecer el mercado de forma eficiente, ofreciendo un buen servicio y productos de alta calidad. Y así fortalecer a través de la gestión del talento humano, un buen gobierno corporativo.

Empresas dedicadas al mismo Rubro

- **PETROLEOS DEL PERU**

Empresa estatal más importante del Perú, fundada en de julio del año 1969, actualmente es una empresa pionera líder del país, cumpliendo con la necesidad de abastecer combustible a todo territorio nacional, y de mantener una política de mejora continua y protección ambiental como parte de su estrategia de desarrollo sostenible.

Su giro de negocio es:

- ✓ Transporte de Petróleo: utilizando el Oleoducto Norperuano, Ramal Norte y las flotas marítimas.
- ✓ Refinación del Petróleo: Petroperú cuenta con 5 plantas de refinación, las cuales son Talara, Conchan, Iquitos, El Milagro y Pucallpa
- ✓ Distribución del Producto: Utiliza flotas marítimas y fluvias contratada, camiones cisternas y tren contratado.
- ✓ Comercialización: Utilizando red de estaciones de servicios afiliadas, Plantas de venta propias y contratadas en la costa, sierra y selva.

- **REPSOL**

Empresa extranjera dedicada al sector de hidrocarburos, inicio sus operaciones en el Perú el año 1995 con una cadena de Estaciones de Servicio. En el año 1996 ingreso como operador de Refinería La Pampilla y al mercado de GLP comprando Solgas.

En 1999 se incorporó en el negocio de lubricantes y Plantas de asfaltos. En la actualidad cuenta con varias certificaciones ISO entre ellas son:

- ✓ Certificación ISO 9002 – Turbo
- ✓ Certificación ISO 14001 Refinería La Pampilla
- ✓ Certificación ISO 9001 Terminal GLP
- ✓ Certificación ISO 14001 Terminal y Planta de envasado Ventanilla

- ✓ Certificación ISO 14001 y OHSAS 18001 en la red de EESS y operaciones Mineras.

En el año 2017 inaugura unidad de producción de diésel de bajo azufre en refinería la Pampilla.

En la actualidad a dado el lanzamiento de combustibles con Neotech.

1.2.2 Filosofía empresarial

A.- Visión:

El grupo HPO Corp. tiene por visión ser líder en la producción, comercialización de hidrocarburos y biocombustibles generando valor con responsabilidad social.

B.- Misión:

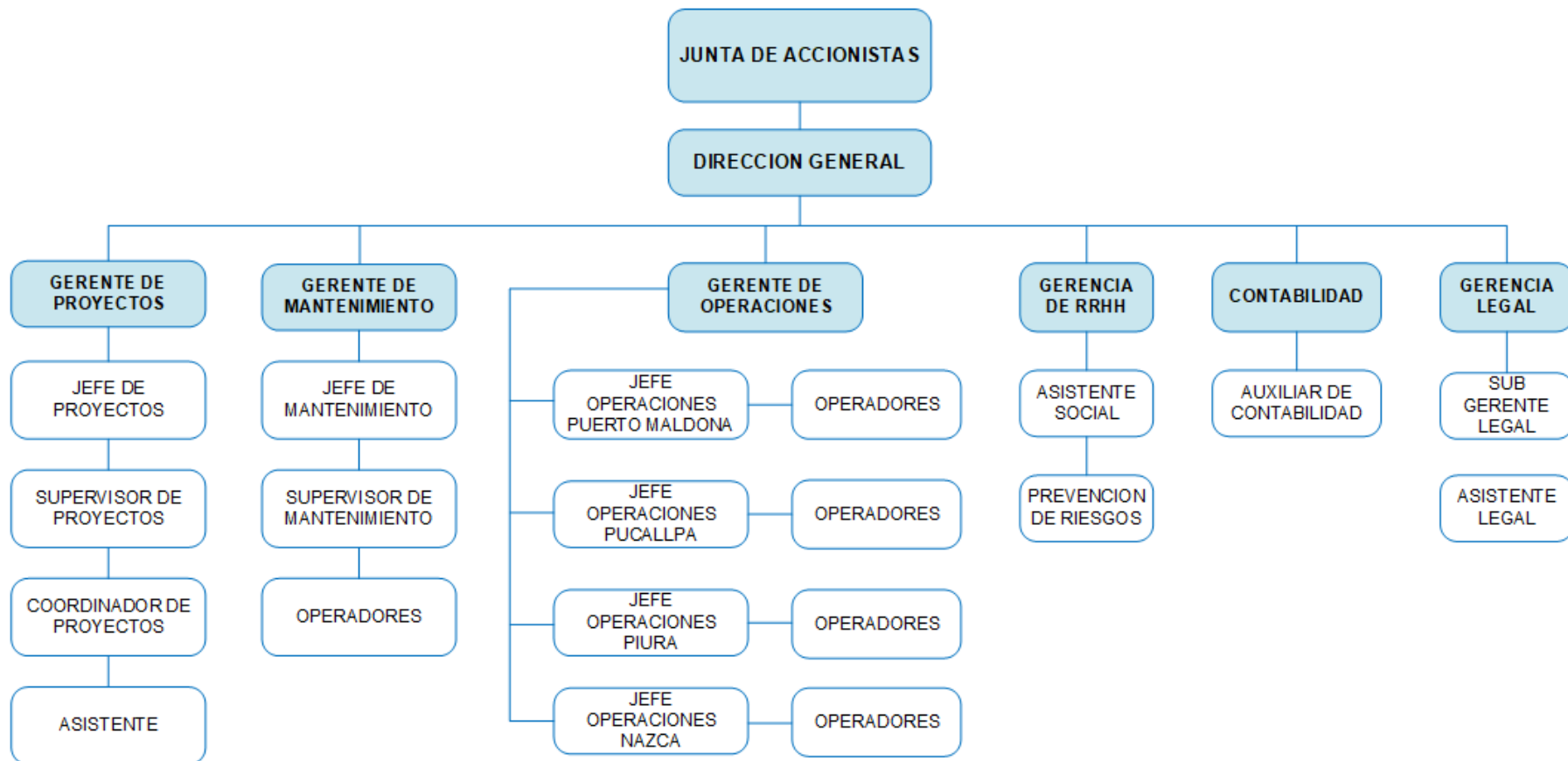
El grupo HPO Corp. es un grupo empresarial innovador que busca la satisfacción de sus clientes, contribuyendo a la mejora del medio ambiente, el desarrollo de su personal y de la comunidad

C.- Valores:

En el grupo HPO Corp. se tiene muy claro que el continuo crecimiento se debe al permanente respeto de sus cuatro valores fundamentales: Calidad, Cumplimiento, Seriedad y Eficiencia.

1.2.3 Estructura organizacional

Figura 1.5: Organigrama de Herco Combustibles – Puerto Maldonado



Fuente: Elaboración propia

Actividades Desarrolladas por la empresa y clientes

HPO Corp. tiene operando cuatro plantas dedicadas al abastecimiento de Turbo Jet A1 y gasolina de aviación 100LL a las aeronaves. Así mismo se tiene proyectada para finales del año 2021 siete nuevas plantas de abastecimiento en los distintos departamentos del interior del país.

Las operaciones de recarga se realiza con personal altamente calificado, el cual es capacitado dos veces al año.

Las Plantas cuentan con certificado por la Dirección General de Aeronáutica Civil, quien regula y administra el desarrollo de las actividades del transporte aéreo del territorio peruano.

Anualmente se realizan simulacros del Sistema Contra Incendio en coordinación con el grupo de bomberos del lugar.

Tiene como principales clientes en el aeródromo de Ica para el abastecimiento del gasolina 100LL a las aerolíneas que vuelan sobre las líneas de Nazca las cuales son Aero Servicios Santos, Aeromoche, Aeropalcazu, Aeroparacas, Aerodiana, Air Majoro, Airnasca, Alas de America, Atsa, Nasca Airlines, Tae, Travel Air, Unistar, entre otros.

En el aeropuerto de Puerto Maldonado, Piura y Pucallpa sus principales clientes para el abastecimiento de Turbo Jet A1 son LAN PERU, STAR PERU, AVIANCA, NAFPS, PERUVIAN AIRLINES, AVIACION DEL EJERCITO, ATSA, ECOCOPTER, HELINKA, EMB. USA, HELIBOL S.R.L., NORTH AMERICAN, PATRICK CORREA, SERV. UNIV. AVIACION, entre otros.

II FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL

2.1 Marco Teórico

El desarrollo del Marco Teórico del presente informe laboral está orientado a definir los lineamientos, normativas y estándares de aplicación para el Diseño Hidráulico del Sistema Contra Incendio para el patio de tanques de almacenamiento de Turbo Jet A1 de la Planta Herco Combustibles en Puerto Maldonado.

2.1.1 Bases teóricas

2.1.1.1 Antecedentes

Unos de los antecedentes principales es el Estudio de Riesgo N° ER-190414-HC-001 de la Planta, realizado por el Ing. MASCARO La Rosa Cesar, el cual me permitió conocer todos los peligros y niveles de riesgo para la salud, la vida de los trabajadores, la comunidad, el medio ambiente y los activos de la empresa. Así mismo se identificó el alcance de las radiaciones térmicas que fueron simuladas en los escenarios de incendios posibles a ocurrir, estos resultados ayudaron como concepto inicial para el desarrollo del diseño hidráulico.

Accostupa Quispe Raphael (2018), en su Trabajo de Suficiente Profesional titulado “Dimensionamiento de aspersores y cámara de espuma para el sistema contra incendio del tanque N°68 de refinería Conchán en base de la norma NFPA”, se permitió conocer la cantidad y selección de aspersores del anillo de enfriamiento, la cantidad de cámaras de espuma y selección del equipo, así también los volúmenes de agua y selección de espuma requerido en el mayor riesgo de incendio en concordancia de la NFPA 15 Y NFPA 11.

Mendoza Bruno Lesly (2014), en su Tesis de Grado titulado “Diseño Hidráulico de un Sistema de Protección Contra Incendio para el patio de tanque de almacenamiento de Diésel B5-Unidad minera Toquepala”, se permitió conocer los cálculos hidráulicos para determinar los parámetros mínimos requeridos para el sistema contra incendio, se logró el cálculo de dotación de espuma como exige

el D.S. 052-93-EM art.91 y se determinaron los parámetros de operación para la selección del sistema de bombeo.

DE LA CRUZ Martínez Cesar (2019), en su Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional titulado “Diseño y Montaje de la Planta de Abastecimiento de Combustibles de aviación en el Aeropuerto Internacional Padre Aldámiz de la ciudad de Puerto Maldonado”. Se permitió conocer la distribución de la Planta de abastecimiento de aviación, los costos por inversión de la implementación y los equipos de operación para la recepción, almacenamiento y despacho de combustible.

2.1.1.2 Definiciones

Análisis de Riesgo: “El estudio para evaluar los peligros potenciales y sus posibles consecuencias en una instalación existente o en un proyecto, con el objeto de establecer medidas de prevención y protección” (D.S. N°032-2002-EM, 2002, p.5)

Anillo de enfriamiento: Conjunto de tuberías roladas y embridadas que tiene la función de enfriar el tanque de almacenamiento ante un riesgo de incendio.

Autoridad Competente: “Organización, oficina o persona responsable de hacer cumplir los requisitos de un código o norma, o de la aprobación de equipos, materiales e instalación, o un procedimiento” (NFPA 11, 2016, p.11).

Boquilla de auto inducción: “Dispositivo que incluye un Venturi para extraer concentrado de espuma a través de un tubo corto y/o flexible conectado al suministro de espuma” (NFPA 11, 2016, p.14).

Bomba Centrifuga: “Bomba en que la presión se desarrolla principalmente mediante la acción de una fuerza centrífuga” (NFPA 20, 2019, p.17).

Bomba contra incendio: “Bomba que proporciona fluido líquido y presión dedicados a la protección contra incendios” (NFPA 20, 2019, p17).

Concentrado de Espuma: “Un agente líquido espumante concentrado como se recibe del fabricante” (NFPA 11, 2016, p.13)

Combustible líquido derivado de los hidrocarburos: El D.S. N°032-2002-EM (2002, p.12) señala que La mezcla de Hidrocarburos utilizada para generar energía por medio de combustión y que cumple con las NTP para dicho uso. En adelante se le denominará Combustibles. Se subdivide en:

- Clase I. Cuando tienen puntos de inflamación menor de 37,8°C (100°F). Líquidos inflamables.
- Clase II. Cuando tienen puntos de inflamación igual o mayor a 37,8°C (100°F), pero menor de 60°C (140°F).
- Clase III A. Cuando tienen punto de inflamación igual o mayor a 60°C (140°F), pero menor de 93°C (200°F).
- Clase III B. Se incluyen a aquellos que tienen punto de inflamación igual o mayor a 93°C (200°F).

Dique o muro contra incendio: “En el Almacenamiento de Hidrocarburos, es el elemento de altura apropiada destinada a contener derrames de líquidos, construido de concreto, tierra o cualquier otro material, pero que reúne la condición de ser impermeable” (D.S. N°032-2002-EM, 2002, p.20).

Estudio de Riesgos: “Aquél que cubre aspectos de seguridad en instalaciones relacionadas con las Actividades de Hidrocarburos, y en su área de influencia, con el propósito de determinar las condiciones existentes en el medio, así como prever los efectos y consecuencias de la instalación y su operación, indicando los procedimientos, medidas y controles que deberán aplicarse con el objeto de eliminar condiciones y actos inseguros que podrían suscitarse. El Estudio de Riesgos deberá analizar detalladamente todas las variables técnicas y naturales, que puedan afectar las instalaciones y su área de influencia, a fin de definir los métodos de control que eviten o minimicen situaciones de inseguridad, incluyendo el dimensionamiento de los sistemas y equipos contra incendios” (D.S. N°032-2002-EM, 2002, p.27).

Hidrocarburo: “Compuesto orgánico, gaseoso, líquido o sólido, que consiste principalmente de carbono e hidrógeno” (D.S. N°32-2002-EM, 2002, p.31)

Listado: “Equipos, materiales o servicios incluidos en una lista publicada por una organización aceptable para la autoridad competente y encargada de la evaluación de productos o servicios, que mantenga inspección o evaluación periódica de los servicios, y cuyos listados indiquen que el equipo, material o servicio cumple con las normas correspondientes o ha sido aprobado y encontrado adecuado para el fin deseado” (NFPA 11, 2016, p.12).

Líquido Inflamable: La NFPA 30 (2015, p.30) señala que cualquier líquido que tiene un punto de inflamación de copa cerrada que es menor de 37.8°C (100°F), se clasifica en:

- **Clase IA:** Cualquier líquido con punto de inflamación de copa cerrada menor de 22.8°C (73°F) y punto de ebullición menor de 37.8° (100°F)
- **Clase IB:** Cualquier líquido con un punto de inflamación de copa cerrada menor de 22.8°C (100°F) o más.
- **Clase IC:** Cualquier líquido con un punto de inflamación de copa cerrada de 22.8°C (73°F) o más, pero menor de 37.8°C (100°F).

Líquido Combustible: La NFPA 30 (2015, p.30) señala que cualquier líquido que tenga un punto de inflamación de copa cerrada igual o sobre 37.8°C (100°F), se clasifica en:

- **Clase II:** Cualquier líquido que tenga un punto de inflamación de copa cerrada de 37.8° (100°F) o mayor y menos de 60°C (140°F)
- **Clase IIIA:** Cualquier líquido con un punto de inflamación de copa cerrada de 60°C (140°F) o más pero menor de 93°C (200°F).
- **Clase IIIB:** Un líquido que tenga un punto de inflamación en copa cerrada de 93°C (200°F) o más.

Norma Técnica Peruana (NTP): “La última versión de la Norma Técnica Peruana” (D.S. N°032-2002-EM, 2002, p.37).

National Fire Protection Association (NFPA): Es una asociación sin fines de lucro con reconocimiento a nivel mundial que se dedica a desarrollar códigos y normas de protección contra incendios y seguridad humana, brindar datos técnicos sobre el problema del fuego y los incendios, así como consejos para la prevención y protección de los mismos.

Planta de Abastecimiento: “Instalación en un bien inmueble donde se realizan operaciones de recepción, almacenamiento, transferencia, agregado de aditivos y despacho de combustibles y de Otros Producto” (D.S. 032-2002-EM, 2002, p.41).

Presión Neta: “Es la presión total en la brida de descarga de la bomba contra incendio menos la presión total en la brida de succión de la bomba contra incendio” (NFPA 20, 2019, p.17).

Presión Nominal: “Presión neta con caudal nominal y velocidad normal, según lo indicado en la placa de identificación del fabricante” (NFPA 20, 2019, p.17).

Punto de Inflamación: “Es la mínima temperatura a la cual un combustible emana vapores suficientes para formar una mezcla inflamable en presencia de oxígeno” (NFPA 30, 2015, p.30).

Punto de Ignición: Es la temperatura en la cual un combustible produce vapores suficientes para mantener la ignición una vez presentada.

Sistema semifijo: “Sistema en el cual el riesgo está equipado con salida fijas de descargas conectadas a tubería que termina a distancia segura”. (NFPA11, 2016, p.14)

Solución de Espuma: “Mezcla Homogénea de agua y concentrado de espuma en proporciones del tanque” (NFPA11, 2016, p.14).

Succión positiva: “La condición en la que el agua fluye desde una fuente atmosférica ventilada hacia la bomba sin que la presión promedio en la brida de succión de la bomba caiga por debajo de la presión atmosférica con la bomba funcionando a un 150 por ciento de su capacidad nominal” (NFPA 20, 2019, p.15).

Tanque Atmosférico: “Tanque de Almacenamiento que ha sido diseñado para operar a presiones desde la atmosférica hasta presiones de 1,0 psig (de 760 mm Hg hasta 812 mm Hg) medidos en el tope del Tanque” (D.S. N°032-2002-EM, 2002, p.54).

Tanque de Almacenamiento: “Cualquier recipiente con una capacidad para Líquidos que exceda los 277 lt (60 gl US), usado en Instalaciones fijas y que no es usado para procesamiento” (D.S. N°032-2002-EM, 2002, p.54).

Válvula de Diluvio: “Un tipo de válvula de accionamiento de un sistema que se abre al poner en funcionamiento un sistema de detección instalado en las mismas áreas que las boquillas de pulverización o mediante el funcionamiento manual remoto que abastece de agua a todas las boquillas de pulverización” (NFPA 15, 2017, p.13).

2.1.1.3 Descripción de la Planta de Abastecimiento de Turbo Jet A1

La Planta de Abastecimiento Herco Combustibles, ubicada en el aeropuerto Internacional Padre Aldamiz, ciudad de Puerto Maldonado, cuenta con un área total de 2,620 m² y tiene como principales procesos operativos la recepción, almacenamiento y despacho de combustibles de aviación, específicamente el Turbo Jet A1.

Figura 2.1: Vista Satelital de la Planta Herco Combustibles S.A. – Puerto Maldonado



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.1: Coordenadas de la Planta de Abastecimiento

Coordenadas	12° 36' 49'' S, 69° 13' 43'' W
UTM	8605582 475171 19L
En decimal	-12.613611°; -69.228611°

Fuente: Elaboración propia

A. Características del Turbo Jet A1 (ASTM D1655-09)

Es un querosene elaborado para ser utilizado como carburante en turbinas de aeronaves.

Es un combustible de aviación diseñado para aeronaves, proviene de la destilación atmosférica del petróleo.

Entre sus propiedades se tiene su apariencia líquida e incolora o color paja, con punto de inflamación superior a 38°C, punto de autoignición de 228°C aproximadamente. Para mayor detalle revisar el Anexo N°2

Tabla 2.2: Características principales del Turbo Jet A1

Producto	Flash Point °C	Gravedad específica a 15.6° C (Kg/m ³)	Clasificación	
TURBO JET A1	38 min.	775 @ 840	LIQUIDO COMBUSTIBLE	Clase II

Fuente: Refinería la Pampilla S.A., 2019

Tabla 2.3: Datos Técnicos del Turbo Jet A1

Nombre: Turbo Jet A1		Usos: Combustible de aviación (Turbina)	
Estado en Almacenamiento: Líquido		Contenedor: Tanque atmosférico	
Clasificación: Líquido combustible			
N° UN 1863		Guía de Respuesta GRE N° 129	
Densidad: 775 @ 840		Niveles de Riesgo (NFPA 704)	
Apariencia y color: líquido claro y brillante, color visual ligeramente amarillo muy pálido		Salud	0
		Inflamabilidad	2
Punto de Inflamación: 38 °C Min.		Reactividad	0
Solubilidad: Insoluble		Riesgos especial	Ninguno

Fuente: Refinería la Pampilla S.A., 2019

B. Descripción de las Operaciones

Las operaciones de recepción se realizan desde camiones cisternas que transportan los productos hasta la Planta.

La transferencia del producto hacia los tanques de almacenamiento desde el camión cisterna, se realiza por medio de una electrobomba centrífuga y un sistema de tuberías. Esta bomba cumple la función de recepción y despacho para cualquiera de los 02 tanques de almacenamiento.

El combustible almacenado en los tanques atmosféricos horizontales es transferido mediante el sistema de bombeo a través de un sistema hidrante hasta un Pit ubicado en la plataforma de parqueo de las aeronaves.

Para el abastecimiento de las aeronaves se cuenta con un Camión Hidrante, el cual se conecta a la válvula hidrante ubicada en el Pit, a través de una manguera para luego realizar la operación de abastecimiento ya sea bajo el ala o sobre el ala.

Las Instalaciones que componen la Planta se dividen en los siguientes sistemas:

- ✓ Sistema de Recepción de Combustible.
- ✓ Sistema de Almacenamiento en Tanques.
- ✓ Sistema de Despacho a aeronaves.
- ✓ Sistema de Drenajes.
- ✓ Sistema Contra Incendio.
- ✓ Facilidades complementarias

B.1 Sistema de Recepción de Combustible.

La Planta recibe producto desde camiones cisternas de 9,000 galones de capacidad en promedio a través de un sistema de bombeo, tuberías y manguera de descarga de Ø 100 mm instalada para cualquiera de los dos tanques de almacenamiento.

La toma de recepción de combustible cuenta con conexión hermética anti chispas, instalada dentro de una poza contenedora para pequeños derrames. Asimismo, se cuenta con cables de conexión para puesta a tierra del camión cisterna, durante las operaciones de descarga.

Están prohibidas las operaciones simultáneas de recepción y despacho de combustible. Las operaciones de recepción de producto se realizan fuera del horario de despacho a aeronaves, es decir después de las 6.00 pm.

Previo a la descarga de producto se verifica la capacidad de almacenamiento del tanque receptor, la alineación de válvulas y tuberías de recepción.

Para las distintas operaciones de recepción se cuenta con los siguientes equipos, todos operativos:

- **01 Electro bomba de recepción/despacho:**
 - Tipo: centrifuga horizontal
 - Caudal: 290 GPM
 - Motor eléctrico: 30 HP, 220/440 v, 3 fases, 60 Hz, a prueba de explosión.
- **Líneas de tuberías:** fabricadas de material de aluminio AA6063 –T6, con uniones soldadas y bridadas.
- **Accesorios:** válvulas de alivio, corte, bloqueo y control de flujo.
- **Sistema de Control de sobrellenado,** por cada tanque de almacenamiento a través de válvulas automáticas.
- **Filtrado:** el sistema de recepción cuenta con un filtro de tipo canasta en el ingreso de la bomba y un filtro de tipo separador a la salida de la bomba. El filtro separador se encuentra en estado operativo, cumple con el estándar API/IP 1581 y cuenta todo el equipamiento requerido:
 - Sistema automático de defensa de agua.
 - Eliminador de aire.
 - Medidor de presión diferencial.
 - Válvula de alivio de presión.
 - Conexiones de muestreo corriente arriba y abajo, drenajes manuales.
- **Cámara de Relajación:** el sistema de recepción cuenta con una cámara de relajación a la salida del filtro separador, el mismo que se encuentra en estado operativo y cuenta con todo el equipamiento correspondiente tales como: Eliminador de aire, válvula de alivio, drenaje manual, entre otros.

B.2 Sistema de Almacenamiento de Combustibles en Tanques

Todo el producto recibido es almacenado en 02 tanques instalados sobre superficie, de los tipos cilíndrico horizontal, material de acero al carbono ASTM A36, diseñados y fabricados según la norma UL 142.

El producto a ser descargado de los camiones cisterna, es inspeccionado y enviado al tanque receptor, asignado para dicho producto. En la tabla 4.5.2 se muestran las características principales de los tanques de almacenamiento de combustible.

Tabla 2.4: Características de los tanques de almacenamiento de combustible

TK	TIPO	Producto	Longitud (m.)	Diámetro (m.)	Capacidad	Ubicación
		Almacenado			Nominal (gal.)	
1	CHS	Turbo Jet A1	8.30	3.46	20,000	Dique
2	CHS	Turbo Jet A1	8.30	3.46	20,000	Dique
Capacidad Total de Almacenamiento (Galones)					40,000	
Capacidad Total de Almacenamiento (Barriles)					952	

Fuente: Elaboración propia

Notas:

- CHS: Tanque Cilíndrico Horizontal Soldado montado sobre soportes.
- Ambos tanques están ubicados dentro de un mismo dique de contención, el cual permite un control en caso de derrames de combustibles, este dique está construido de concreto impermeable para evitar la filtración al suelo.
- Los tanques se encuentran epoxicados interiormente para el almacenamiento de combustible de aviación.
- Los tanques se encuentran en estado operativo y cuentan con todo el equipamiento requerido por la norma correspondiente tales como: succión flotante, difusor de ingreso, escotilla de medición con tubo acanalado, manways de acceso, dispositivos automáticos de sobrellenado, fondo inclinado hacia el sumidero, escalera interna, entre otros.

B.3 Sistema de Despacho a Aeronaves

Para el despacho de combustible Turbo Jet A1 a las aeronaves ubicadas en la plataforma, se emplea un sistema hidrante que impulsa el combustible desde la

Planta hasta un Pit de abastecimiento ubicado en la plataforma, a través de la misma bomba de recepción y mediante un juego de válvulas, bloqueando la entrada a los tanques y abriendo la válvula de la tubería de despacho instalada en una canaleta de concreto.

Al Pit ubicado en plataforma se conecta un Camión Hidrante mediante una manguera y acople herméticos, el cual se encarga finalmente de abastecer de combustible a las aeronaves.

Están prohibidas las operaciones simultáneas de recepción y despacho de combustible en la Planta.

El sistema de despacho está compuesto del siguiente equipamiento:

- **Camión Hidrante:** El Camión hidrante se encuentra en estado operativo y cuenta con todo el equipamiento requerido:
 - Carrete porta manguera, manguera, conexión giratoria y pistola para carga sobre el ala.
 - Carrete porta manguera, manguera, conexión giratoria y boquilla para carga bajo el ala con doble redundancia.
 - Manguera y acoplador a pit hidrante.
 - Filtro Monitor con dispositivo limitador de presión, contómetro, medidores de presión, válvulas y sistema de tuberías.
 - Cierre de combustible de emergencia seteado dentro de un máximo de 5% de sobreproducción.
 - Sistema de interbloqueo de seguridad.
 - Sistema de bloqueo de freno, entre otros.
- **Pit Hidrante:** El Pit hidrante se encuentra en estado operativo y cuenta con todo el equipamiento requerido, tales como: Válvula de pit hidrante y acoplador con sistema de control primario y secundario.
- **Equipos auxiliares de despacho:** para el despacho de combustible a las aeronaves se emplearán dos (02) tipos de escaleras rodantes, fabricadas de aluminio y con las dimensiones adecuadas para operaciones de carga bajo el ala y sobre el ala.

C. Incendios

Para STORCH DE GARCIA (1998, p.4), Los incendios son reacciones de oxidación, generalmente con aire como comburente, de materias combustibles. Los efectos que se generan son:

- Calor (radiante) que produce daños y puede provocar un cadena accidental
- Humos tóxicos y sofocantes
- Onda explosiva de sobrepresión al generarse aceleración de la velocidad de reacción y/o de contención.

Tetraedro de Fuego

Para que se produzca el fuego se requiere de cuatro elementos: calor, combustible, oxígeno (comburente) y reacción en cadena.



Fuente: www.cba.gob.ec/el-tetraedro-del-fuego-reaccion-en-cadena/

C.1 Clasificación de Incendios por tipo de Combustible

- **Incendio de clase A:** “Los incendios clase A son incendios de materiales combustibles comunes, como la madera, tela, papel, caucho y plásticos” (NFPA 1, 2012).

Así mismo la Norma Técnica Peruana 350.021 (2012), menciona que “Los fuegos clase A deben ser identificados por un triángulo equilátero que contenga la letra A en blanco con fondo verde”.

- **Incendio de clase B:** “Los incendios clase B se producen en líquidos y gases combustibles e inflamables, como el petróleo, pinturas, etc.” (NFPA 1, 2012).
Así mismo la Norma Técnica Peruana 350.021 (2012), menciona que “Los fuegos clase B deben ser identificados por un cuadrado que contenga la letra B en blanco sobre fondo rojo”.
- **Incendio de clase C:** “Los incendios de clase C son incendios que involucran equipos eléctricos energizados” (NFPA 1, 2012).
Así mismo la Norma Técnica Peruana 350.021 (2012), menciona que “Los fuegos clase C deben ser identificados por un círculo que contenga la letra C en blanco sobre fondo azul”.
- **Incendio de clase D:** “Los incendios de clase D son incendios de metales combustibles como el magnesio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio” (NFPA 1, 2012).
Así mismo la NPT 350.021 (2012), menciona que “Los fuegos clase D deben ser identificados por una estrella que contenga la letra D en blanco sobre fondo amarillo”.
- **Incendio de clase K:** “Los incendios de clase K son incendios de artefactos de cocina que involucran combustibles para cocinar (aceites y grasas vegetales o animales)” (NFPA 1, 2012).

C.2 Tipos de Incendios en Hidrocarburos

En el manual de seguridad industrial en plantas químicas y energéticas de STORCH DE GARCIA (1998, pp. 7-8) hace mención a los siguientes conceptos:

- **Incendio tipo pool fire:** Es producido a condición abierta (no presurizada) a consecuencia del derrame de un líquido inflamable en un área más o menos extensa, si la temperatura del líquido es mayor al punto de ignición de la sustancia se produce un incendio del propio charco.
- **Incendio tipo boil – over y slop – over:** Este tipo de incendio generalmente se presenta en tanques para almacenamiento donde la altura del líquido

Combustible es considerable, los dos fenómenos dan lugar a proyecciones o rebosamientos que pueden propagar el incendio y/o sus efectos dañinos.

- **Incendio tipo Jet Fire:** La presencia de pequeñas fisuras en dispositivos de gas a presión (bridas, estopas no estancas, etc.) generan una fuga localizada de gases o vapores (inflamables), estos al incendiarse generan un fuego semejante al dardo de un soplete. Este tipo de incendio puede ser de menor magnitud bloqueando las fuentes de ingreso, pero si el dardo afectar a equipos colindantes, podría dar lugar a otros accidentes más graves.
- **Incendio tipo Fireball:** llamada también bola de fuego, este tipo de incendio es causado por la inflamación inmediata de una nube de gases o vapores situados sobre un espacio abierto, generando radiación térmica de corta duración en una llama voluminosa.

C.3 Clasificación de Sistemas de Protección Contra Incendios

- **Protección Pasiva:** Este tipo de protección no implica ninguna acción directa sobre el fuego si no a disminuir los daños y pérdidas que podrían ocasionar a consecuencia de un incendio.

Ejemplos:

- Resistencia Estructural
- Compartimentación
- Señalizaciones

- **Protección Activa:** Este tipo de protección abarca todas las medidas de alerta sobre un posible incendio. Así mismo se encarga de impedir que este mismo se propague y cause un daño mayor.

Ejemplo:

- Detección y alarma
- Extinción de Incendios
- Ventilación y Manejo de Humos

C.4 Extinción de Incendios

Figura 2.3: Modos de extinción de incendios

Portátiles	<ul style="list-style-type: none"> • PQS • CO2 • Agua Desmineralizada • Tipo K
Sistemas Basados en Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Rociadores Contra Incendios • Gabinetes Contra Incendios • Hidrantes de Incendios • Aspersores
Sistemas Basados en Espuma	<ul style="list-style-type: none"> • Cámaras de Espumas • Aspersores con Espuma • Sistemas de Espuma de Alta Exp.
Sistemas Basados En Químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Cámaras de Espumas • Aspersores con Espuma • Sistemas de Espuma de Alta Expansión
Sistemas Basados en Gases	<ul style="list-style-type: none"> • Agentes Limpios • CO2

Fuente: Elaboración propia

C.4.1 Sistema de Espuma

- **Requerimiento de Concentrado de espuma**

La cantidad mínima de concentrado de espuma deberá determinarse en base al mayor riesgo simple a proteger. El requerimiento de espuma se determinará a partir de la siguiente fórmula, utilizando los valores correspondientes al riesgo mayor:

$$Q_e = \frac{A_c \times T_a \times t_d \times \%e}{100} \quad \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

- ✓ Q_e : Requerimiento de concentrado – m3 (gal)
- ✓ A_c : Área de cobertura – m3 (pie2)
- ✓ T_a : Tasa de aplicación de solución agua/espuma: m3/hxm2 (gpm/pie2)
- ✓ t_a : Duración de la descarga – h (min)
- ✓ $\%$: Porcentaje de Concentrado en la Solución Agua/Espuma (3%)

- **Cálculo de Régimen de aplicación de espuma**

La tasa de aplicación de solución agua/espuma a través de monitores y mangueras, está basada en el supuesto de que toda la espuma va a llegar al área donde se requiere la protección. En la determinación de los requerimientos totales de la solución agua/espuma, deberán ajustarse las posibles pérdidas de espuma por efecto del viento y otros factores externos.

Según NFPA 11, para hidrocarburos líquidos la tasa mínima de aplicación de solución agua/espuma en tanques es de 6,5 L/min x m²(0,16 gpm/pie²) de superficie libre del líquido del tanque a proteger. Cuando se prevea el uso de monitores y mangueras para espuma, según el D.S. 043-2007-EM, se deberá utilizar 0,15 gpm/pie² para hidrocarburos.

En este sentido, se utilizará el régimen más exigente de 0,16 gpm/pie²

- **Duración de la descarga**

En el Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos - D.S. 043-2007-EM (2007) se determina un espacio de tiempo no menor a 30 min para líquidos con punto de inflamación entre 37,8°C y 93°C o de 55 min para el caso de petróleo crudo o líquidos con punto de inflamación menor a 37,8C

C.4.2 Sistema de agua

- **Requerimiento para agua de enfriamiento**

El diseño de los sistemas de agua contra incendio, estará basado en el principio de que solamente ocurrirá un incendio mayor al mismo tiempo, en una instalación. Se considera como incendio mayor aquel que involucra a una sección o bloque de una instalación y que requiera el máximo consumo de agua. Para determinarlo se deberán considerar los distintos bloques que conforman la instalación.

Los requerimientos o caudales de agua contra incendio para las diferentes secciones de una instalación, se determinan normalmente en función de

regímenes mínimos de aplicación. Estos regímenes han sido establecidos tomando en cuenta, entre otros factores: la separación entre equipos, el tipo de riesgo presente y la naturaleza de los productos involucrados. El requerimiento total de agua para una instalación estará dado por la suma de los requerimientos de agua para los sistemas fijos, semifijos o móviles de espuma, agua pulverizada y/o rociadores, etc., requeridos para la protección de equipos y control de emergencias de una determinada sección.

La aplicación de agua contra incendios en una instalación podrá realizarse a partir de hidrantes y mangueras, monitores, sistemas automáticos de rociadores y/o sistemas de agua pulverizada. En este caso se optará por usar hidrantes, mangueras y sistemas de diluvio para la aplicación de agua de enfriamiento.

El requerimiento de agua para la formación de solución de espuma se determinará a partir de la siguiente fórmula, utilizando los valores correspondientes al riesgo mayor:

$$Q_a = \frac{A_c \times T_a \times t_d \times \%_a}{100} \quad \text{Ecuación 2}$$

Dónde:

- ✓ Q_a : Requerimiento de agua – m³ (gal)
- ✓ A_c : Área de cobertura – m² (pie²)
- ✓ T_a : Tasa de aplicación de solución agua/espuma: m³/hxm² (gpm/pie²)
- ✓ t_d : Duración de la descarga – h (min)
- ✓ $\%_a$: Porcentaje de Concentrado en la Solución Agua/Espuma (97%)

C.4.3 Sistema de Diluvio para enfriamiento de Tanques

- **Criterios de Diseño**

El Decreto Supremo N° 052-93-EM, menciona que “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”.

Requerimientos mínimos de los sistemas de agua para tanques de almacenamiento instalados sobre superficie son:

- ✓ Los parámetros mínimos de los Sistemas de agua de enfriamiento y generación de espuma que se deben considerar en los diseños de los sistemas contra incendio para las instalaciones de hidrocarburos, serán establecidos en un Estudio de Riesgos.
- ✓ La capacidad de agua contra incendio de una empresa autorizada deberá basarse en lo mínimo requerido para aplicar espuma y extinguir un incendio en el tanque de mayor capacidad más la cantidad de agua necesaria para enfriar los tanques adyacentes expuestos al flujo radiante del tanque incendiado, que pueda afectar la integridad de los mismos. Esto deberá estar sustentado en base a un estudio técnico.

El enfriamiento de un tanque expuesto a radiación se puede lograr con dos tipos de equipamientos:

- ✓ Anillo con boquillas aspersoras.
- ✓ Descarga de Monitores o manguera

- **Cálculo de Régimen de aplicación de Agua**

La tasa de aplicación que se considera para el enfriamiento mediante un sistema de Diluvio está determinado por 0.15 gpm/m² del área lateral del cilindro.

- **Duración de la descarga**

En el Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos - D.S. 043-2007-EM (2007) se determina que es necesario un tiempo no menor a 4 horas (240 min.) en base al máximo riesgo posible de incendio en la Planta.

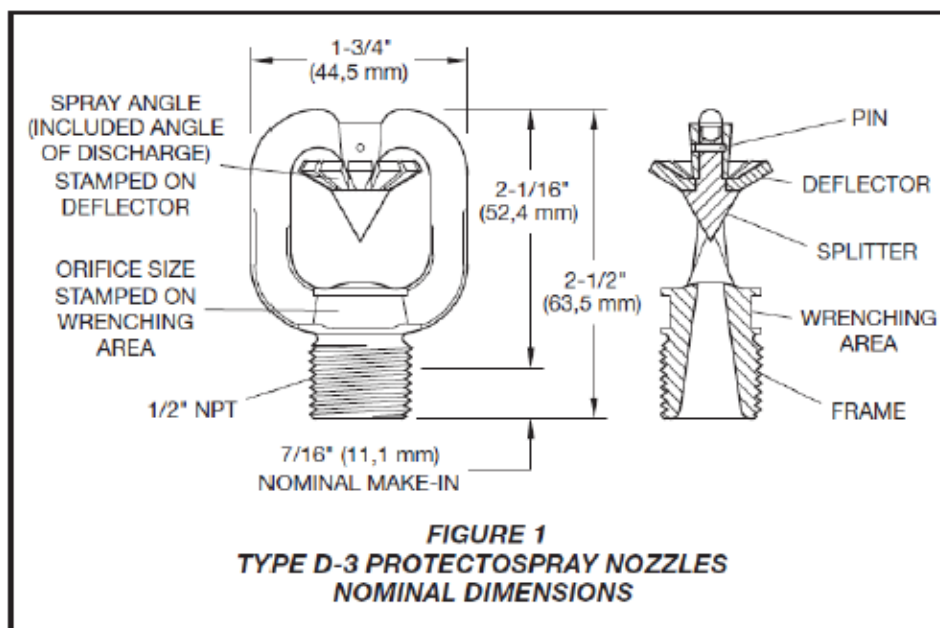
C.4.3.1. Boquillas aspersoras

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 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. (VIKING, 2013, p.1)

- **Características de las boquillas aspersoras:**

- ✓ Factor de descarga K, $Q = Kx\sqrt{P}$
- ✓ Angulo de descarga
- ✓ Angulo de posición
- ✓ Distancia máxima Axial

Figura 2.4: Detalle de boquilla de aspersión



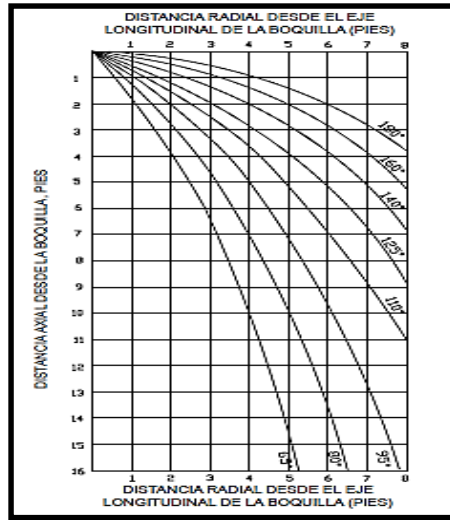
Fuente: Ficha Técnica VIKING Modelo E (2013)

- **Cálculo y Selección del aspersor**

- **Distancia axial**

Es la distancia que se da desde la boquilla de aspersión, (considerando la dirección en donde apunte el aspersor) hacia la superficie del tanque a enfriar.

Figura 2.5: valores de ángulos de aspersión

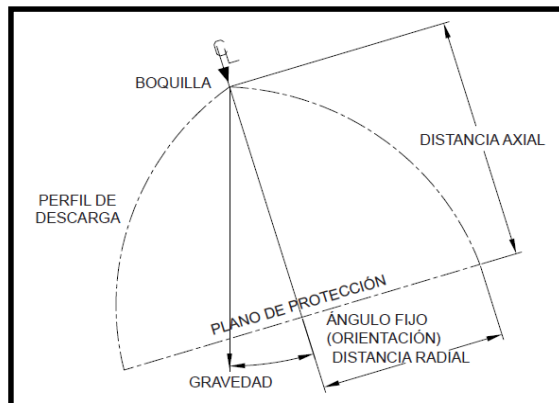


Fuente: Ficha Técnica VIKING Modelo E (2013)

- **Distancia radial**

Es el radio de cobertura que ocupa el agua pulverizada que descarga el aspersor.

Figura 2.6: Distancias generadas por el aspersor



Fuente: Ficha Técnica VIKING Modelo E (2013)

➤ **Traslape**

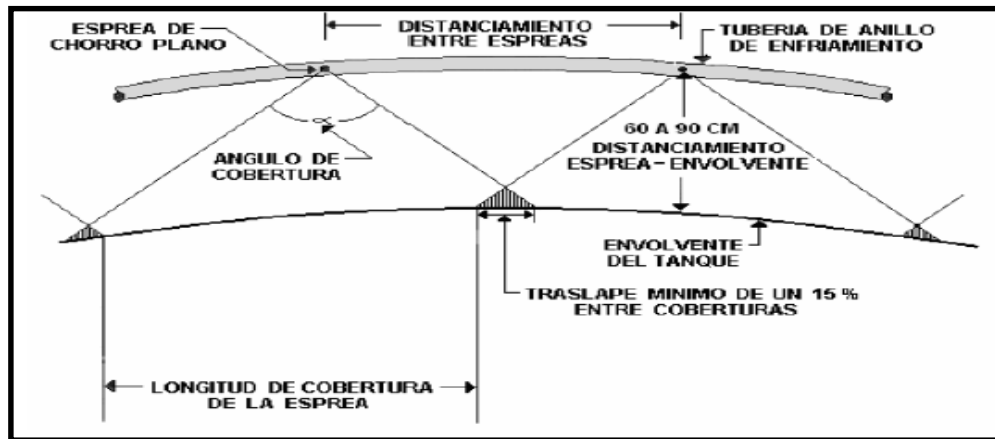
Distancia que se da en la intersección entre coberturas de aspersores continuos.

En base a experiencia de ingeniería la distancia no debe ser menor al 15% entre coberturas.

➤ **Distancia entre aspersores**

La NFPA 15 recomienda un espaciamiento máximo entre boquillas es de 3m.

Figura 2.7: Distancias generadas por el aspersor



Fuente: Elaboración propia

Se calculará con la siguiente ecuación

$$d_{asp} = 2 \times d_{radial} - \text{Traslape} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

- ✓ d_{radial} : Distancia Radial (m)
- ✓ d_{asp} : Distancia entre aspersores (m)
- ✓ Traslape (m)

➤ **Diámetro de distribución del aspersor**

Para tanques Verticales, se refiere al diámetro del anillo de enfriamiento.

$$D_{d.asp} = 2 \times d_{axial} + D_{tq} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

- ✓ $D_{d.asp}$: Distancia de distribución del aspersor (m)
- ✓ d_{axial} : Distancia axial (m)
- ✓ D_{tq} : Diámetro del tanque (m)

➤ **Longitud de circunferencia del toroide**

$$L_{anillo} = \frac{\pi \times D_{d.asp}}{2} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

- ✓ L_{anillo} : Longitud de circunferencia del toroide (m)
- ✓ $D_{d.asp}$: Distancia de distribución del aspersor (m)

➤ **Número de aspersores**

$$N_{asp.} = \frac{L_{anillo}}{d_{asp}} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

- ✓ $N_{asp.}$: Número de aspersores
- ✓ L_{anillo} : Longitud de circunferencia del toroide (m)
- ✓ d_{asp} : Distancia entre aspersores (m)

➤ **Área lateral del tanque afectado por radiación**

$$A_{lat} = \frac{\pi \times D \times H}{2} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

- ✓ A_{lat} : Área lateral del tanque (m²)
- ✓ D : Diámetro del tanque
- ✓ H : Altura del tanque (m)

➤ **Caudal de enfriamiento para el tanque de agua**

$$Q_{enf.} = r \times A_{lat} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde:

- ✓ $Q_{enf.}$: Caudal de enfriamiento para el tanque expuesto (gpm)
- ✓ A_{lat} : Área lateral del tanque expuesto (m²)
- ✓ r : La densidad de aplicación requerida es de 0.15 gpm/pie² en concordancia del D.S.043-2007-EM, art.92

➤ **Caudal mínimo por aspersor**

$$Q_{asp.} = \frac{Q_{enf.}}{N_{asp.}} \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

- ✓ $Q_{asp.}$: Caudal mínimo por aspersor (gpm)
- ✓ $Q_{enf.}$: Caudal de enfriamiento para el tanque expuesto (gpm)
- ✓ $N_{asp.}$: Número de aspersores

➤ **Presión mínima de operación**

La NFPA 15 considera tomar como presión mínima de un aspersor en cualquier boquilla instalada en el sistema de enfriamiento a 20 psi.

➤ **Fórmula para descarga de boquillas aspersoras**

Según la NFPA 15, sección 8.5.1.5, la descarga de una boquilla aspersora de agua debe calcularse con la siguiente ecuación:

$$Q_{asp.} = Kx \sqrt{P_{asp.}} \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

- ✓ K : Coeficiente K (gpm/psi^{0.5})

- ✓ Q_{asp} : Caudal de boquilla de aspersión (gpm)
- ✓ P_{asp} : Presión de boquilla de aspersión (psi)

➤ **Selección de la boquilla aspersoras**

Para seleccionar el aspersor se tomara en consideración el coeficiente calculado y se tomara las referencias de los catálogos de venta de aspersores.

Este proyecto fue desarrollado tomando como referencia el aspersor de la marca VICKING.

• **Cálculo Hidráulico**

Para el cálculo de presión y caudal requerido por el sistema, se realizara los cálculos hidráulicos utilizando la fórmula de Hazen Williams, tomando como base los conceptos de la NFPA 15.

➤ **Resistencia por Fricción**

$$P = \frac{4.52 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D_{int}^{4.87}} \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

- ✓ P : Resistencia por fricción (psi/ft)
- ✓ Q_{asp} : Caudal de aspersión (gpm)
- ✓ D_{int} : Diámetro interno de la tubería (ft)
- ✓ C : Coeficiente de Perdida por fricción

➤ **Perdida por Fricción**

$$P_f = P \times L_{eq.} \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

- ✓ P_f : Perdida por fricción (psi)

- ✓ P: Resistencia por fricción (psi/ft)
- ✓ L_{eq} : Longitud equivalente del accesorio o tubería (ft)

➤ **Coeficiente de pérdida por fricción**

Se utilizaran los valores C de Hazen - William para tuberías

Tabla 2.5: Tabla de longitudes equivalentes de tuberías y accesorios

Tubería o tubo	Valor C de Hazen-Williams
De hierro dúctil o fundido sin revestimiento	100
De acero negro (sistemas húmedos, incluidos sistemas de diluvio)	120
De acero negro (sistemas secos, incluidos sistemas de acción previa)	100
De acero galvanizado (sistemas húmedos, incluidos sistemas de diluvio)	120
De acero galvanizado (sistemas secos, incluidos sistemas de acción previa)	100
De plástico (listado) — subterráneo	150
De hierro dúctil o fundido con revestimiento de cemento	140
De tubos de cobre o de acero inoxidable	150

Fuente: NFPA 15, 2017

➤ **Longitudes equivalentes**

Se usaran los siguientes valores de longitud equivalente, para una estimación de pérdidas de carga hidráulica en el Sistema de Agua Contra Incendio.

Tabla 2.6: Tabla de longitudes equivalentes de tuberías y accesorios

Table 8.5.2.1 Equivalent Pipe Length Chart														
Fittings and Valves Expressed in Equivalent Feet (Meters) of Pipe														
Fittings and Valves	¾ in.		1 in.		1¼ in.		1½ in.		2 in.		2½ in.		3 in.	
	ft	m	ft	m	ft	m	m	ft	ft	m	ft	m	ft	m
45° elbow	1	0.3	1	0.3	1	0.3	2	0.6	2	0.6	3	0.9	3	0.9
90° standard elbow	2	0.6	2	0.6	3	0.9	4	1.2	5	1.5	6	1.8	7	2.1
90° long turn elbow	1	0.3	2	0.6	2	0.6	2	0.6	3	0.9	4	1.2	5	1.5
Tee or cross (flow turned 90°)	4	1.2	5	1.5	6	1.8	8	2.4	10	3.1	12	3.7	15	4.6
Gate valve	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0.3	1	0.3	1	0.3
Butterfly valve	—	—	—	—	—	—	—	—	6	1.8	7	2.1	10	3.1
Swing check*	4	1.2	5	1.5	7	2.1	9	2.7	11	3.4	14	4.3	16	4.9

Fittings and Valves Expressed in Equivalent Feet (Meters) of Pipe														
Fittings and Valves	3½ in.		4 in.		5 in.		6 in.		8 in.		10 in.		12 in.	
	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m	ft	m
45° elbow	3	0.9	4	1.2	5	1.5	7	2.1	9	2.7	11	3.4	13	4.0
90° standard elbow	8	2.4	10	3.1	12	3.7	14	4.3	18	5.5	22	6.7	27	8.2
90° long turn elbow	5	1.5	6	1.8	8	2.4	9	2.7	13	4.0	16	4.9	18	5.5
Tee or cross (flow turned 90°)	17	5.2	20	6.1	25	7.6	30	9.2	35	10.7	50	15.3	60	18.3
Gate valve	1	0.3	2	0.6	2	0.6	3	0.9	4	1.2	5	1.5	6	1.8
Butterfly valve	—	—	12	3.7	9	2.7	10	3.1	12	3.7	19	5.8	21	6.4
Swing check*	19	5.8	22	6.7	27	8.2	32	9.8	45	13.7	55	16.8	65	19.8

Fuente: NFPA 15, 2017

➤ **Puntos de Empalme hidráulico**

Para puntos de empalme hidráulico se deberá tomar la presión más alta y equilibrar los flujos totales, mediante la siguiente fórmula:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}} \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

- ✓ Q_1 y Q_2 : Caudales (gpm)
- ✓ P_1 y P_2 : Presiones (psi)

➤ **Velocidad del fluido**

La compañía de seguros Factory Mutual (FM) recomienda que la velocidad máxima que debe tener un fluido de agua y solución de espuma no debe ser mayor a 6 m/s ya que si supera este límite generaría sobrepresiones por golpe de ariete al cerrar alguna de las válvulas del sistema.

Para el cálculo de la velocidad del fluido se realizara mediante la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\frac{Q \times 3.785}{60000}}{\frac{\pi}{4} \times (D_{\text{int.}} \times 0.0254)^2} \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

- ✓ V : Velocidad del fluido (m/s)
- ✓ Q : Caudal (GPM)
- ✓ $D_{\text{int.}}$: Diámetro interno de la tubería (pulg)

2.1.2 Aspectos Normativos

Para efectos del diseño, Herco Combustibles S.A. ha aplicado la normativa siguiente.

a) Normas Nacionales

- Decreto Supremo N°052-93-EM “Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos”.
- Decreto Supremo N° 043-2007-EM “Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos y Modifican Diversas Disposiciones”.
- Decreto Supremo N° 032-2002-EM “Glosario, Siglas y Abreviaturas del Subsector Hidrocarburos”.
- Reglamento de la Ley N°29873, Ley de seguridad y Salud en el trabajo.
- Código Nacional de Electricidad – CNE.
- Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE.











b) Código y Estándares Internacionales

- NFPA 1: Código de fuego.
- NFPA 11: Norma para espuma de baja, media y alta expansión.
- NFPA 15: Norma para sistemas fijos de pulverización de agua para protección contra incendios.
- NFPA 20: Norma para la instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios
- NFPA 22: Norma para tanques de agua para protección privada contra incendios.
- NFPA 24: Norma para instalación de redes privadas de bomberos y sus accesorios.
- NFPA 30: Código de líquidos inflamables y combustibles.
- NFPA 70: Código eléctrico nacional.
- NFPA 170: Norma para símbolos de seguridad contra el fuego.

2.1.3 Simbología Teórica




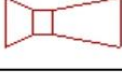


Para el desarrollo de la ingeniería del presente informe, se utilizará diversas simbologías para el suministro y distribución de agua cumpliendo con la normativa vigente NFPA 170: “Norma para símbolos de seguridad contra el fuego”.

Figura 2.8: Simbología técnica I

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	Tubería proyectada de agua contra incendio
	Válvula de Diluvio
	Válvula Compuerta tipo OS&Y
	Válvula Check
	Válvula de Bola
	Válvula Reductora de presión
	Válvula de Globo
	Válvula Mariposa Indicadora
	Válvula de Alivio de Presión
	Monitor Hidrante

Fuente: NFPA 170, 2015

Figura 2.9: Simbología técnica II

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	Hidrante
	Aspersor de agua, factor k=3.2, 140°
	Aspersor de agua, factor k=3.2, 110°
	Flujómetro
	Cono Visor
	Manómetro

Fuente: NFPA 170, 2015

2.2 Descripción de las actividades desarrolladas

2.2.1 Etapa de las actividades

- **Análisis del Estudio de Riesgo**

En esta etapa se tomó información del Estudio de Riesgo aprobado de la Planta Herco Combustibles S.A., en donde se realizó un análisis de cada escenario de incendio, tomando en consideración el alcance de áreas afectadas por la radiación térmica.

- **Sistema de Espuma Contra Incendio**

En esta etapa, se analizó la clase de combustibles que se almacena en los tanques, considerando su punto de inflamación y así determinar el tipo de espuma a aplicar, la selección de equipos y la cantidad de concentrado de espuma que deberá tener la Planta como mínimo para abastecer ante el mayor

riesgo posible de incendio, tomando como conceptos de diseño las normas nacional e internacionales.

- **Sistema de Diluvio para enfriamiento de tanques**

Se identificó los tanques expuestos a una radiación térmica de 12.5 kW/m² producto de un incendio, tomando como bases de diseño las normas nacionales e internaciones para determinar distribución, selección de los aspersores y recorrido del fluido en el Sistema.

- **Red de Agua Contra Incendio**

Esta etapa abarca el diseño de la red principal que alimenta al Sistema de Espuma, Sistema de Diluvio para el enfriamiento de tanques, hidrantes y Monitores Hidrantes, el cual es suministrado por una bomba contra incendio y dos tanques de almacenamiento de agua.

Se realizó el cálculo hidráulico para cumplir la presión y caudal mínimo requerido por el sistema.

- **Sistema de Bombeo de Agua Contra Incendio**

Para esta última etapa, se seleccionó la bomba principal a instalar cumpliendo los parámetros requeridos en todo el sistema y la bomba compensadora de presión (bomba Jockey) encargada de mantener la red presurizada en toda la red contra incendio.

2.2.2 Diagrama de flujo

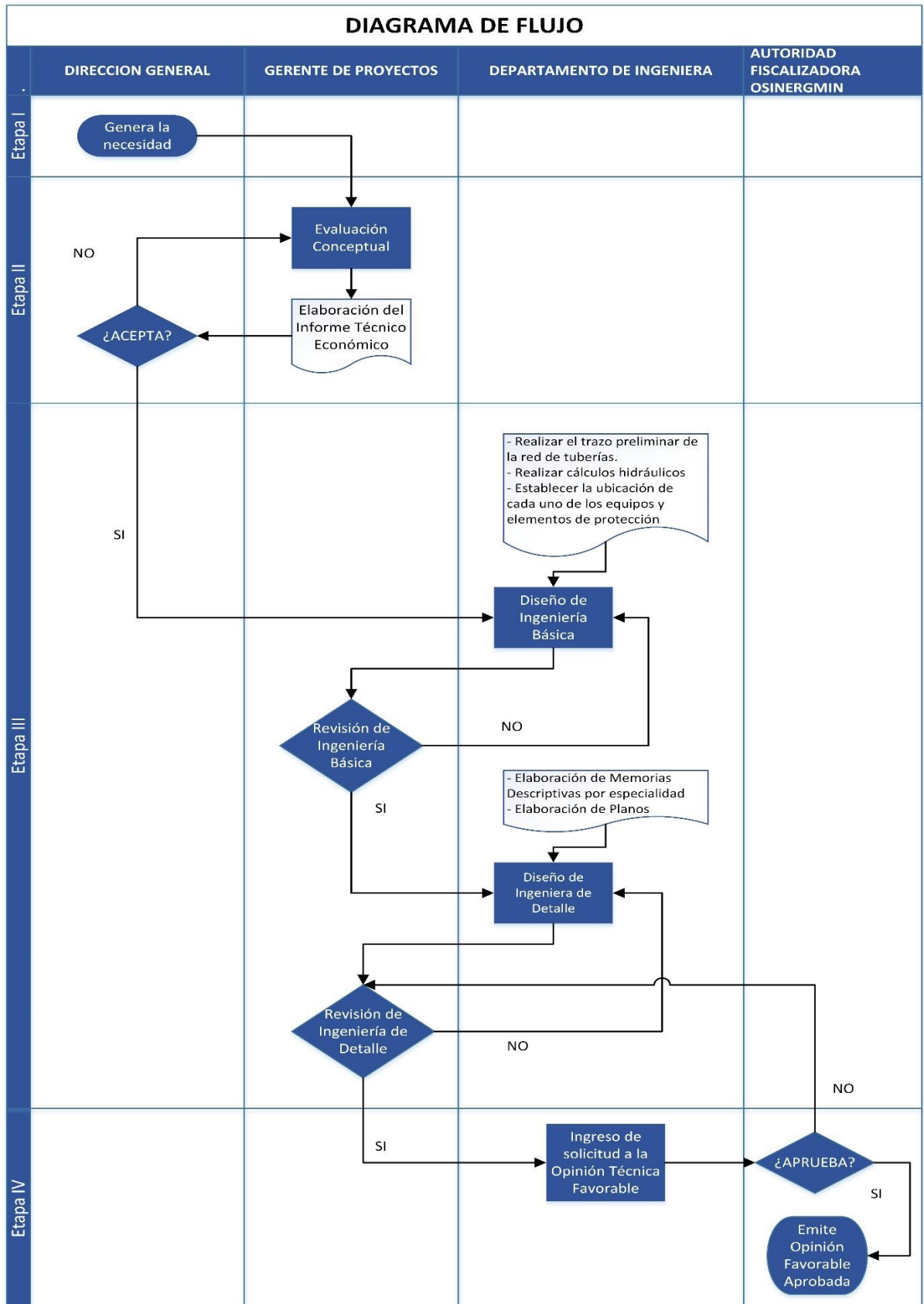
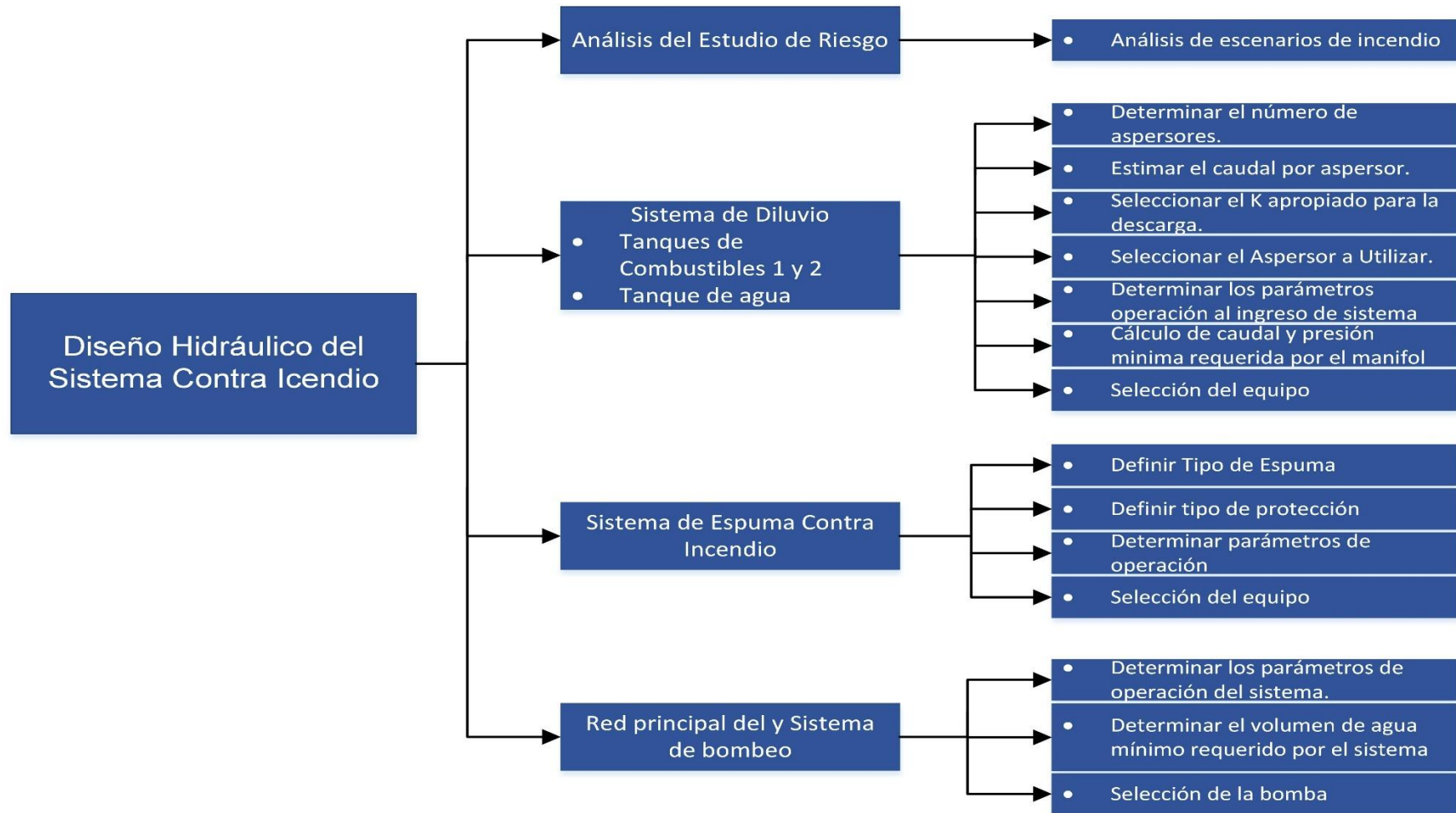
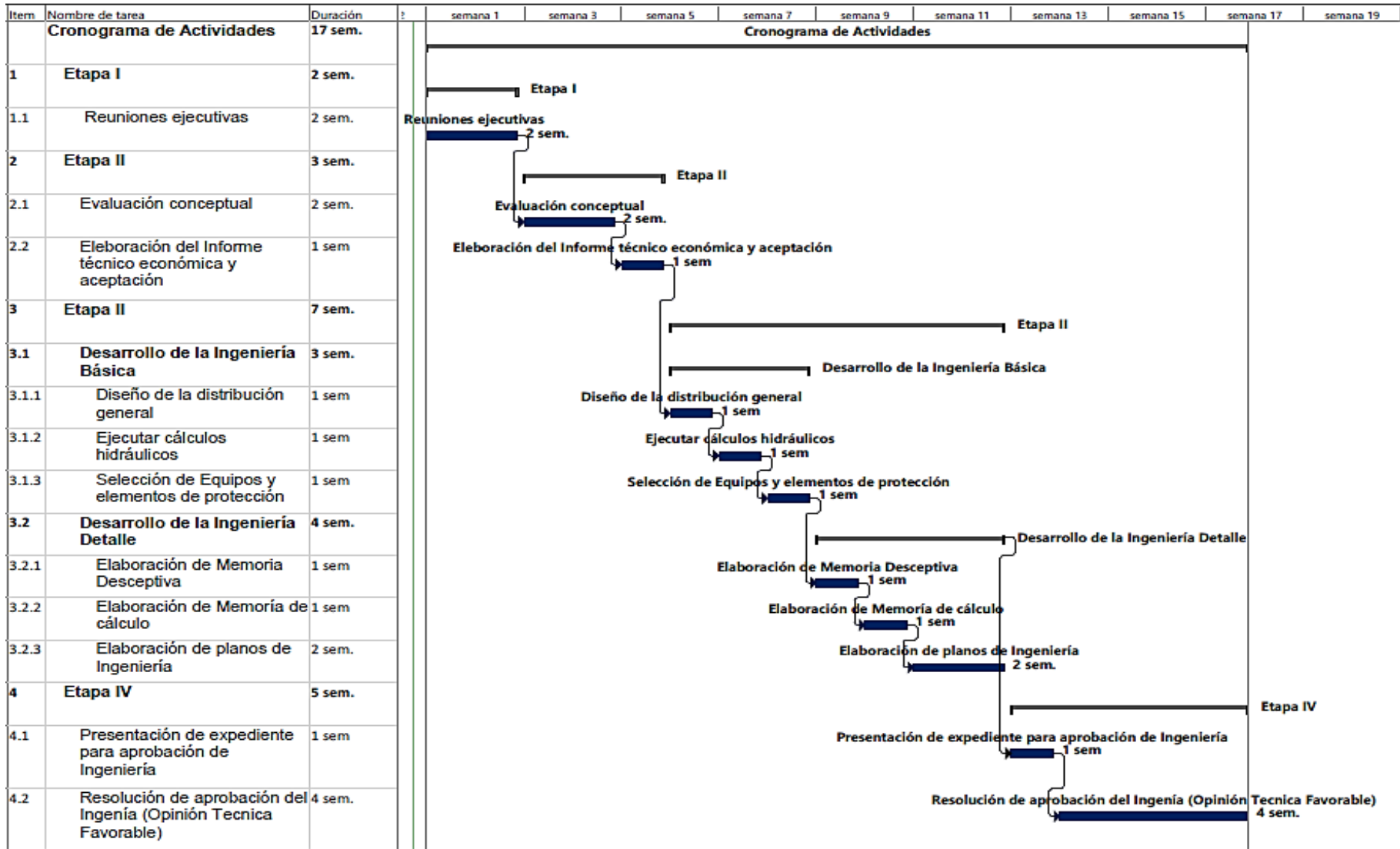


Figura 2.10: Diagrama del Diseño Hidráulico del Sistema Contra Incendio



Fuente: Elaboración propia

2.2.3 Cronograma de actividades



III APORTES REALIZADOS

3.1 Planificación, Ejecución y control de las etapas

3.1.1 Análisis del Estudio de Riesgo

El diseño del Sistema Contra Incendios ha sido desarrollado en función a los requerimientos establecidos en el Estudio de Riesgos aprobado de la planta “ER-190414-HC-001”, así como los niveles requeridos de desempeño y calidad, requisitos que se deben cumplir frente a un riesgo potencial de incendio dentro de las instalaciones.

El presente proyecto, en busca de optimizar el sistema, ha considerado como base de estudio los eventos de incendio de mayor alcance.

El Estudio de Riesgo, determina el alcance de las consecuencias empleando el software SCRI FUEGO.

Tabla 3.1: Valores umbrales para diferentes accidentes

Parámetro	Daños personales (delimita la zona de alerta)	Daños Materiales	Daños a equipos - efecto dominó (delimita la zona de intervención)
Radiación Térmica	5.0 KW/m ²	37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²

Fuente: Estudio de Riesgo

A continuación, se detalla las simulaciones de mayor afectación térmica.

- **Caso 1: Simulación TJA1-03**

El estudio considera incendio tipo pool fire, de derrame contenido por rotura completa de la manguera de recepción.

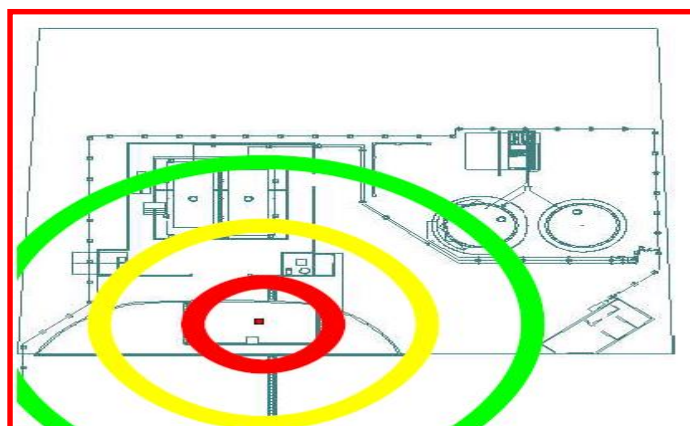
El alcance de la radiación térmica a 12.5 kW/m² afecta parte del tanque N°2 de almacenamiento de combustibles de turbo Jet A1. Ver el anexo 5.

Tabla 3.2: Áreas de afectación TJA1-03

1. Características del Escenario			
Nº escenario	TJA1-03 Manguera de recepción		
Descripción	Incendio Pool Fire contenido por derrame de Turbo Jet A1 en zona estanca de recepción, debido a la rotura total de la manguera de recepción. Tiempo de Fuga: 120 seg.		
Diámetro de Manguera (mm)	75	Tipo de Fuga	Rotura total
2. Características de la corriente			
Fase del producto	Líquido	Producto	Turbo Jet A1
3. Características del fuego			
Longitud del área contenida (m)	11.4	Área del derrame (m ²)	55.60 m ²
Ancho del área contenida (m)	5.56	Altura del derrame (m)	0
Tasa de combustión total (kg/s)	3	Altura de la Flama (m)	13.87
4. Alcance de las consecuencias (m)			
Consecuencias	Umbral de letalidad	Velocidad de viento 2.94 m/s	
POOL FIRE CONFINADO	5.05 KW/m ² 12.05 KW/m ² 37.05 KW/m ²	23.29 m 14.14 m 6.21 m	----- ----- -----

Fuente: Estudio de Riesgo

Figura 3.1: Áreas de afectación TJA1-03



Fuente: Estudio de Riesgo

- **Caso 2: Simulación TJA1-05**

El estudio considera incendio tipo pool fire, de derrame contenido por falla catastrófica de la bomba de transferencia.

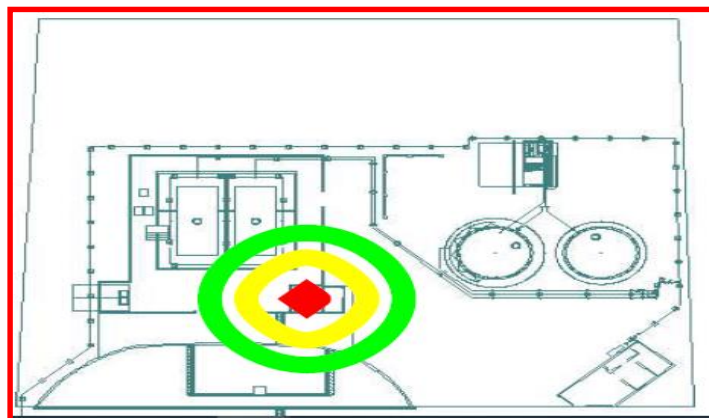
El alcance de la radiación térmica a 12.5 kW/m² no llega alcanzar los equipos instalados con presencia de combustible.

Tabla 3.3: Áreas de afectación TJA1-05

1. Características del Escenario			
Nº escenario	TJA1-05 Bomba de Combustible		
Descripción	Incendio Pool Fire contenido por derrame causado por el colapso de la bomba de combustible Tiempo de Fuga: 120 seg.		
Tipo de Bomba	Centrifuga	Tipo de Fuga	Total
2. Características de la corriente			
Fase del producto	Líquido	Producto	Turbo Jet A1
3. Características del fuego			
Longitud del área contenida (m)	2.55	Área del derrame (m ²)	8.03
Ancho del área contenida (m)	3.15	Altura del derrame (m)	0
Tasa de combustión total (kg/s)	0.43	Altura de la Flama (m)	7.08
4. Alcance de las consecuencias (m)			
Consecuencias	Umbral de letalidad	Velocidad de viento 2.94 m/s	
POOL FIRE CONFINADO	5.05 KW/m ²	8.95 m	-----
	12.05 KW/m ²	5.14 m	-----
	37.05 KW/m ²	1.04 m	-----

Fuente: Estudio de Riesgo

Figura 3.2: Escenario de incendio TJA1-05



Fuente: Estudio de Riesgo

- **Caso 3: Simulación TJA1-07**

El estudio considera incendio tipo pool fire, de derrame contenido por fuga durante la rotura total de la tubería de carga en el tanque.

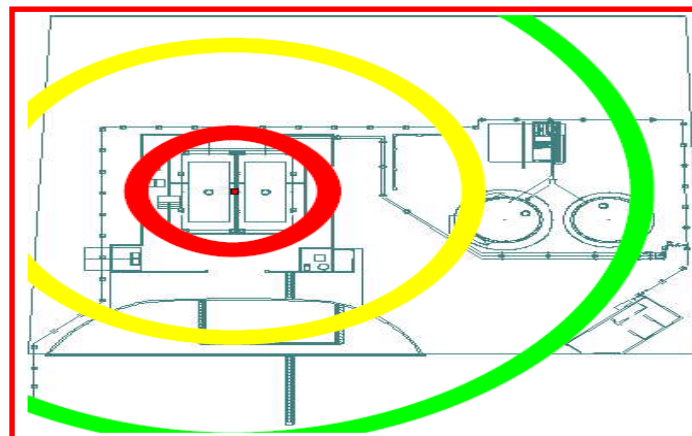
El alcance de la radiación térmica a 12.5 kW/m² llega a afectar parte del tanque de almacenamiento de agua 100-TK-101. Ver anexo 5.

Tabla 3.4: Áreas de afectación TJA1-07

1. Características del Escenario			
Nº escenario	TJA1-07 Bomba de Combustible		
Descripción	Incendio Pool Fire contenido por fuga durante la rotura total en la tubería de carga al tanque Tiempo de Fuga: 120 seg.		
Diámetro de línea	4 pulg	Tipo de Fuga	Rotura Total
2. Características de la corriente			
Fase del producto	Líquido	Producto	Turbo Jet A1
3. Características del fuego			
Longitud del área contenida (m)	11.40	Área del derrame (m ²)	130.53
Ancho del área contenida (m)	11.45	Altura del derrame (m)	2
Tasa de combustión total (kg/s)	7.05	Altura de la Flama (m)	18.66
4. Alcance de las consecuencias (m)			
Consecuencias	Umbral de letalidad	Velocidad de viento 2.94 m/s	
POOL FIRE CONFINADO	5.05 KW/m ²	34.76 m	-----
	12.05 KW/m ²	20.81 m	-----
	37.05 KW/m ²	8.23 m	-----

Fuente: Estudio de Riesgo

Figura 3.3: Escenario de incendio TJA1-07



Fuente: Estudio de Riesgo

- **Caso 4: Simulación TJA1-09**

Este escenario de incendio es considerado tipo pool fire contenido en el dique que alberga 02 tanques de almacenamiento de tipo horizontal de 20,000 galones cada uno.

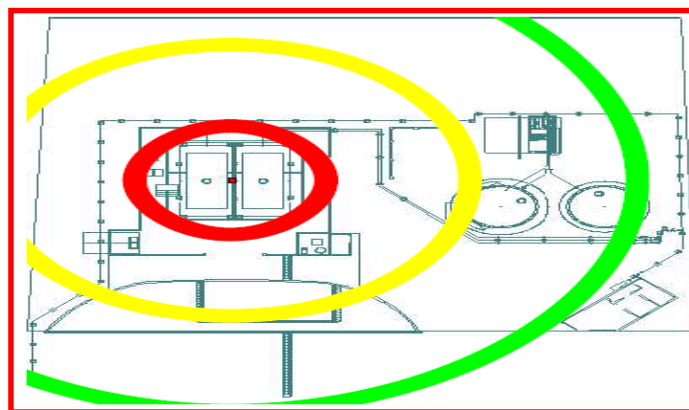
El alcance de la radiación térmica a 12.5 kW/m² llega afectar parte del tanque de almacenamiento de agua 100-TK-101. Ver anexo 5.

Tabla 3.5: Áreas de afectación TJA1-09

1. Características del Escenario			
Nº escenario	TJA1-09 Bomba de Combustible		
Descripción	Incendio tipo Pool Fire con confinamiento, en dique que alberga dos tanques de almacenamiento tipo horizontal.		
Volumen (gal)	20 000	Tipo de Fuga	Total
2. Características de la corriente			
Fase del producto	Líquido	Producto	Turbo Jet A1
3. Características del fuego			
Longitud del área contenida (m)	11.40	Área del derrame (m ²)	130.53
Ancho del área contenida (m)	11.45	Altura del derrame (m)	1
Tasa de combustión total (kg/s)	7.05	Altura de la Flama (m)	18.66
4. Alcance de las consecuencias (m)			
Consecuencias	Umbral de letalidad	Velocidad de viento 2.94 m/s	
POOL FIRE CONFINADO	5.05 KW/m ²	35.07 m	-----
	12.05 KW/m ²	21.32 m	-----
	37.05 KW/m ²	9.46 m	-----

Fuente: Estudio de Riesgo

Figura 3.4: Escenario de incendio TJA1-09



Fuente: Estudio de Riesgo

3.1.2 Sistema de Espuma Contra Incendio

Se instalará un sistema de Espuma Contra Incendio para combatir un posible incendio en el interior del dique de los tanques de almacenamiento, en la zona de estacionamiento del camión cisterna, en la zona estanca de la bomba de transferencia o en zonas con presencia de líquidos combustibles o inflamables.

Los tanques de almacenamiento de Turbo Jet A1 al ser horizontales no requieren de un sistema fijo a ser instalado en la superficie del tanque. En este caso se instalara un sistema semi fijo (Monitor – Hidrante) constituido por dispositivos fijos de descarga, instalado sobre una red de distribución ubicado en una zona segura respecto al área que protege.

El concentrado de espuma y los equipos necesarios para su formación se trasladaran al lugar donde se desea operar el sistema.

- **Selección del concentrado**

El Turbo Jet A1 de acuerdo a sus propiedades, se clasifica como líquido combustible de clases II al tener un punto de inflamación superior a 37.8°C, por tal razón se tiene un sistema de extinción mediante espuma de baja expansión, utilizando el tipo de espuma AR-AFFF Resistente al Alcohol en una disolución de 3%.

- **Almacenamiento de Espuma**

El concentrado de espuma se almacenará en un contenedor de 275 galones de capacidad, de material HDPE compatible con todo tipo de concentrado de espuma, que deberá mantenerse cercano al lanzador de espuma. Dicho contenedor debe contener como mínimo una cantidad de 202.5 galones de concentrado de espuma AR- AFFF al 3% que fueron calculados para el mayor riesgo.

El tótem de espuma deberá mantenerse cercano al hidrante Monitor - Hidrante.

Además, se deberá mantener una cantidad mínima de 202.5 galones adicionales de concentrado de espuma, como reserva.

- **Selección de Boquillas Autoeducadora**

Para los escenarios TJA1-03 y TJA1-05, la formación de la espuma se realizará mediante un sistema de espuma portátil (02 boquillas autoeducadoras y un tótem de concentrado de espuma) conectado al hidrante HD-101- Ø6".

- ✓ **Escenario TJA1-03:** Boquilla autoeducadora instalada, tendrá un caudal de 120 GPM superior al caudal de 95.73 GPM requerido por el presente escenario, de acuerdo a la figura siguiente:

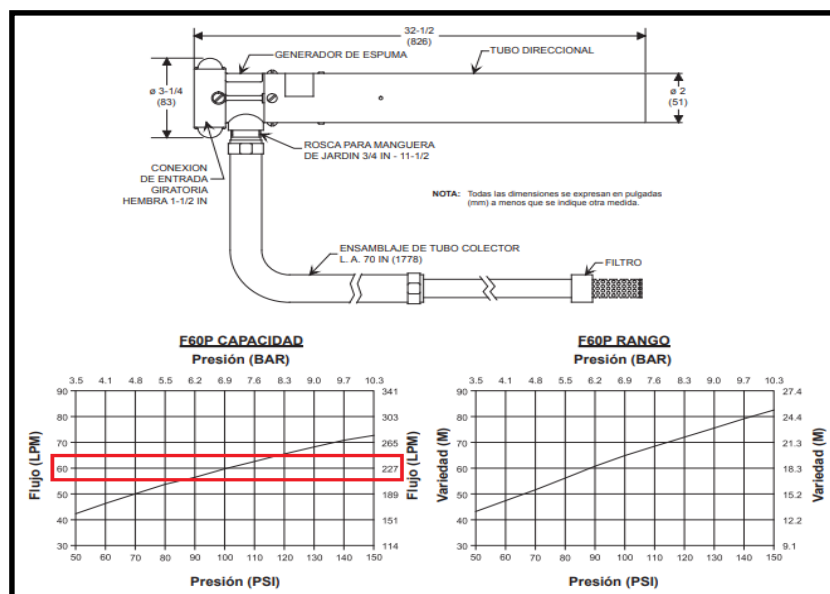
Figura 3.5: Boquilla auto educadora de 120 GPM

Style	Inlet	Length	Weight lbs. (kg)	Flow at 100 PSI	
				GPM	LPM
3120	2 1/2" (65 mm)	41" (1040 mm)	5 (2.3 kg)	120	450
3121	2 1/2" (65 mm)	41" (1040 mm)	7 (3.2 kg)	120	450
3601	1 1/2" (38 mm)	30 1/4" (768 mm)	5 (2.3 kg)	60	230
3602	1 1/2" (38 mm)	30 1/4" (768 mm)	3 (1.4 kg)	60	230
3951	1 1/2" (38 mm)	38" (965 mm)	6 (2.7 kg)	95	360
3952	1 1/2" (38 mm)	38" (965 mm)	4 (1.8 kg)	95	360

Fuente: Catálogo Akron modelo 3121

- ✓ **Escenario TJA1-05:** Boquilla autoeducadora instalada, tendrá un caudal de 60 GPM, superior a los 13.83 GPM requerido en el presente escenario de incendio, de acuerdo a la figura siguiente:

Figura 3.6: Boquilla autoeducadora de 60 GPM



Fuente: Catálogo National Foam, modelo F60P

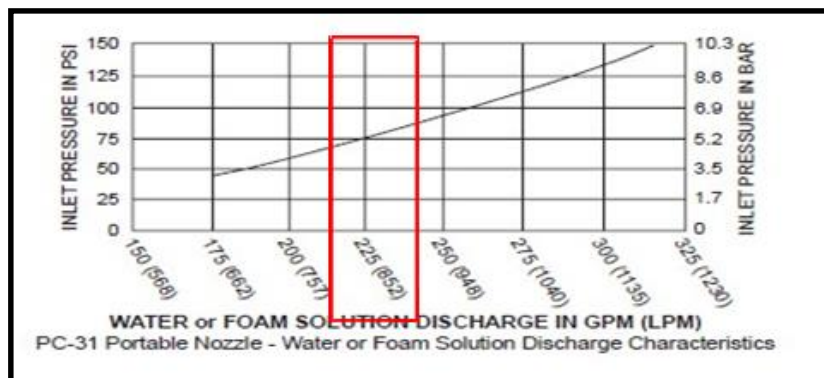
- **Selección del Lanzador de Espuma**

✓ **Escenario TJA1-07 y TJA1-09:** La formación de la espuma se realizará en línea mediante un lanzador el cual se encuentra conectado al hidrante monitor HM-101-Φ6" y al contenedor de concentrado de espuma AR-AFFF al 3%, con el agua proveniente de la Red de Agua Contra Incendio.

El sistema de aplicación de espuma será del tipo Monitor-Lanzador de espuma y estará compuesto por el siguiente equipamiento:

Lanzador de espuma: Diámetro de Ø2 ½ NH, con eductor de espuma, Certificación UL, con un caudal nominal de 225 GPM, de acuerdo a la figura siguiente:

Figura 3.7: Lanzador de espuma 225 GPM



Fuente: Catálogo National Foam, Modelo PC-31

Para el cálculo de la cantidad de espuma se realizaron teniendo en consideración el caudal nominal del lanzador de 225 GPM, y las boquillas autoeductoras de 60 y 120 GPM.

- **Cálculo de dotación de agua y espuma requerido en cada escenario de incendio**

Se determinarán los volúmenes de agua necesaria para la formación de espuma, la cantidad mínima de concentrado de espuma requerida al mayor riesgo simple a proteger y la cantidad de agua suministrada al sistema de diluvio en caso este sea activado.

Caso 1: Escenario TJA1-03/ Incendio en zona de recepción por derrame confinado

En este caso se analiza los parámetros mínimos necesarios para suministrar solución agua-espuma contra incendio a la zona de recepción ante un posible incendio en la zona de recepción.

En caso de la aplicación de espuma a la zona de estacionamiento del camión cisterna tenemos:

Dimensiones (m)		Área incendiada		Rate de aplic.	Caudal de solución
Largo	Ancho	m ²	pie ²	GPM/pie ²	GPM
10.00	5.56	55.6	598.3	0.16	95.73

Dada la simulación de incendio TJA1-03 se requiere como caudal mínimo 95.73 GPM, la lucha contra incendios en este escenario se realizará con un monitor ubicado en una zona segura, desde el cual se aplicará un chorro de solución agua-espuma de 120 GPM.

✓ Dotación de agua:

Tabla 3.6: Agua requerida en la solución de espuma del escenario TJA1-03

SERVICIO	CAUDAL (GPM)	TIEMPO DE APLICACIÓN (minutos)	CANTIDAD DE AGUA (Galones)
Aplicación de solución de espuma*	120.00	30	3600.00
Cantidad total de agua contra incendios requerida al 97%			3492.00

Fuente: Elaboración Propia

✓ Dotación de concentrado de espuma al 3%

Tabla 3.7: Concentrado de espuma requerida en el escenario TJA1-03

PORCENTAJE %	CAUDAL (GPM)	TIEMPO DE APLICACIÓN (minutos)	CANTIDAD DE ESPUMA (Galones)
3	120.00	30	108.00

Fuente: Elaboración Propia

Caso 2: Escenario TJA1-05/ Incendio en zona estanca de la bomba de transferencia

En caso de la aplicación de espuma a la zona estanca debido a la falla catastrófica de la bomba de transferencia:

Dimensiones (m)		Área incendiada		Rate de aplic.	Caudal de solución
Largo	Ancho	m ²	pie ²	GPM/pie ²	GPM
3.15	2.55	8.033	86.43	0.16	13.83

Dada la simulación de incendio: La lucha contra incendios en este escenario se realizará con un monitor ubicado en una zona segura, desde el cual se aplicará un chorro de solución agua-espuma de 60 GPM (mediante un sistema de espuma portátil con boquilla autoeductora de caudal regulable, superior a los 13.83 GPM requeridos según cálculo).

✓ Dotación de agua:

Tabla 3.8: Agua requerida en la solución de espuma del escenario TJA1-05

SERVICIO	CAUDAL (GPM)	TIEMPO DE APLICACIÓN (minutos)	CANTIDAD DE AGUA (Galones)
Aplicación de solución espuma*	60.00	30	1800.00
Cantidad total de agua contra incendios requerida al 97%			1746.00

Fuente: Elaboración Propia

✓ Dotación de concentrado de espuma al 3%

Tabla 3.9: Concentrado de espuma requerida en el escenario TJA1-05

PORCENTAJE %	CAUDAL (GPM)	TIEMPO DE APLICACIÓN (minutos)	CANTIDAD DE ESPUMA (Galones)
3	60.00	30	54.00

Fuente: Elaboración Propia

Caso 3: Escenario TJA1-07/TJA1-09 Incendio en dique estanco de los tanques de almacenamiento de Turbo Jet A1

En caso de la aplicación de espuma a la zona estanca debido a la rotura de la tubería que alimenta a los tanques de combustibles o rotura de uno de los tanques.

Dimensiones (m)		Área incendiada		Rate de aplic.	Caudal de solución
Largo	Ancho	m ²	pie ²	GPM/pie ²	GPM
11.40	11.45	130.53	1405	0.16	224.80

Dada la simulación de incendio: La lucha contra incendios en este escenario se realizará con un monitor ubicado en una zona segura, desde el cual se aplicará un chorro de solución agua-espuma de 225 GPM (mediante un lanzador de espuma, superior a los 224.80 GPM requeridos según cálculo).

✓ Dotación de agua:

Tabla 3.10: Agua requerida en la solución de espuma del escenario TJA1-07/09

SERVICIO	CAUDAL (GPM)	TIEMPO DE APLICACIÓN (minutos)	CANTIDAD DE AGUA (Galones)
Aplicación de solución de espuma	225.00	30	6750.00
Cantidad total de agua contra incendios requerida al 97%			6547.50

Fuente: Elaboración Propia

✓ Dotación de concentrado de espuma al 3%

Tabla 3.11: Concentrado de espuma requerida en el escenario TJA1-07/09

PORCENTAJE %	CAUDAL (GPM)	TIEMPO DE APLICACIÓN (minutos)	CANTIDAD DE ESPUMA (Galones)
3	225.00	30	202.50

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3 Sistema de Diluvio para enfriamiento de los tanques de Combustibles y tanque de agua

Debido al alcance de la radiación Térmica a 12.5 kW/m² que afecta a equipos, proveniente de los casos de incendio del cap. 3.1.1, es necesario que los tanque que almacenan combustibles (tanque1 y tanque 2) y el tanque que almacena agua (100-TK-01) cuenten con un sistema de Diluvio conformado por aspersores abiertos para enfriamiento de los tanques, diseñado bajo las recomendaciones de la NFPA 15.

El sistema de diluvio será del tipo manual con activación local. La válvula de diluvio será ubicada en una zona fuera de los radios de afectación de un posible incendio, cercano a la ubicación del hidrante HD-101-Ø6" y oficina de administración.

El sistema de Diluvio contará con aspersores abiertos de factor K=3.2.

Se instalarán los aspersores respetando la disposición indicada en los planos, siguiendo las indicaciones del fabricante y las recomendaciones de la NFPA 15. Todos los aspersores serán listados UL para el riesgo que protegerán. Para mayor detalle ver el anexo 6, 10 y 13

El sistema contará con válvulas de diluvio para el accionamiento manual de los sistemas y válvulas compuerta (válvula de control) para sectorizar el sistema en caso de requerir mantenimiento y/o reparaciones.

La válvula compuerta (válvula de control) será bloqueada en posición abierta mediante cadenas y candado, según lo permitido en la sección 6.3.1.2 de la NFPA 15.

Las tuberías secas (sin fluido) serán galvanizadas según ASTM A53 interior y exteriormente. Así mismo tendrá un diámetro de 2 pulg instalado al Sistema de Diluvio para el enfriamiento del tanque de agua 100-TK-101 y de 3 pulg. Instalados en los dos tanques 1 y 2 de combustibles.

3.1.3.1 Cálculo del Sistema de Aspersión del Tanque de agua

Cálculo de Aspersores

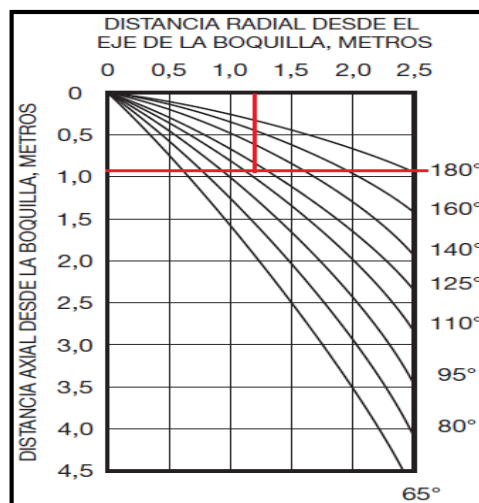
✓ Distancia radial del aspersor ($d_{rad.}$)

Tomando como base de información el capítulo 2.1.1 para instalación de aspersores, se consideró una distancia axial de 0.8 m y un ángulo de aspersión de 110°.

Utilizando como ficha técnica del aspersor marca VIKING, en la figura N°18 se detalla las distancias axiales y radiales en función al ángulo de aspersión.

Realizando un trazo de líneas entre distancia axial y ángulo encontramos la distancia radial de 1.2 m.

Figura 3.8: Distancias Axiales y Radiales



Fuente: Ficha Técnica VIKING Modelo VK813, 2013

✓ Cálculo de la Distancia entre aspersores ($d_{aps.}$)

Distancia radial de 1.2 m y el traslape 0.4 m (dato sacado de la proyección del dibujo planteado)

Reemplazando en la Ecuación 3, se tiene:

$$d_{aps.} = 2 \times 1.2 - 0.4$$

$$d_{aps.} = 2 \text{ m}$$

✓ Cálculo del diámetro de distribución del aspersor (D_{asp})

Sabiendo:

Distancia axial o separación del anillo al casco = 0.80 m

Diámetro del tanque = 6 m

Reemplazando en la Ecuación 4, se tiene:

$$D_{dist.} = 2 \times 0.8 + 6$$

$$D_{dist.} = 7.6 \text{ m}$$

✓ Cálculo de la longitud de circunferencia del toroide (L_{anillo})

Sabiendo:

La radiación térmica para los eventos de incendio presentados estaría afectando el 50 % del tanque, por la razón se considerara una instalación de medio anillo de enfriamiento, cumpliendo la necesidad de enfriar el sistema.

Reemplazando en la Ecuación 5, se tiene:

$$L_{anillo} = \frac{\pi \times 7.6 \text{ m}}{2}$$

$$L_{anillo} = 11.94 \text{ m}$$

✓ Número de aspersores ($N_{asp.}$)

Sabiendo:

Reemplazando en la Ecuación 6

$$N_{asp.} = \frac{11.94 \text{ m}}{2}$$

$N_{asp.} = 5.97$ Se aproximara a un valor entero, siendo

$$N_{asp.} = 6$$

✓ Cálculo del área lateral del tanque afectado por radiación ($A_{lat.}$)

Se deberá considerar que el tanque solo es expuesto a un 50% por la radiación térmica, por tal razón se tomara como área afectada.

Sabiendo:

Reemplazando en la Ecuación 7

$$A_{lat.} = \frac{\pi \times 6 \text{ m} \times 5.20 \text{ m}}{2}$$

$$A_{lat.} = 49.01 \text{ m}^2 \text{ } \langle \rangle \text{ } 528 \text{ ft}^2$$

✓ Cálculo del caudal de enfriamiento para el tanque de agua ($Q_{enf.}$)

Para realizar el cálculo del caudal total se deberá considerar el ratio de enfriamiento el cual equivale a 0.15 gpm/ft², mencionado en el D.S.043 – 2007 - EM art. 92 y el área lateral del cilindro.

Reemplazando en la Ecuación 8, se tiene:

$$Q_{enf.} = 0.15 \frac{\text{gal}}{\text{ft}^2} \times 528 \text{ ft}^2$$

$$Q_{enf.} = 79.13 \text{ gal}$$

✓ Cálculo del caudal mínimo por aspersor ($Q_{asp.}$)

Reemplazando en la Ecuación 9, se tiene:

$$Q_{asp.} = \frac{79.13}{6}$$

$$Q_{asp.} = 13.19 \text{ gpm}$$

✓ Factor K del aspersor (K)

La norma NFPA 15 menciona que la presión mínima que debe cumplir cada aspersor en el sistema es de 20 psi.

Para realizar el cálculo del factor, se usara la ecuación mencionada en la NFPA 15, se considerara la presión de 20 psi como referencia y el caudal de enfriamiento por aspersor.

Reemplazando en la Ecuación 10, se tiene:

$$K = \frac{13.19 \text{ gpm}}{\sqrt{20 \text{ psi}}}$$

$$K = 2.9493 \frac{\text{gpm}}{\text{psi}^{0.5}}$$

✓ Selección de la boquilla aspersora

Para definir el tipo de aspersor a utilizar en el sistema, se utilizara la ficha técnica del aspersor VIKING, se detalla a continuación el aspersor seleccionado. Para mayor detalle revisar el anexo N°19.

Tabla 3.12: Características del aspersor seleccionado

Modelo	Factor K	Conexión	Presión Max.
VK813	3.2	NPT 1/2"	175 psi

Fuente: Ficha Técnica VIKING Modelo VK813, 2013

✓ Parámetros de Operación del Aspersor

– Presión de operación seleccionada = 20 psi

– Caudal por aspersor

$$Q_{\text{aspersor}} = K \times \sqrt{P}$$

$$Q_{\text{aspersor}} = 3.2 \times \sqrt{20}$$

$$Q_{\text{aspersor}} = 14.31 \text{ gpm}$$

– Caudal de Enfriamiento total

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{aspersor}} \times N^{\circ} \text{ aspersores}$$

$$Q_{\text{total}} = 14.31 \text{ gpm} \times 6$$

$$Q_{\text{total}} = 85.87 \text{ gpm}$$

Tabla 3.13: Parámetros de Operación del aspersor del tanque 100-TK-101

Presión de operación seleccionada	20.00	PSI
Caudal de aspersor	14.31	GPM
Caudal total	85.87	GPM

Fuente: Elaboración Propia

Cálculo de parámetros de entrada al Sistema de Aspersión

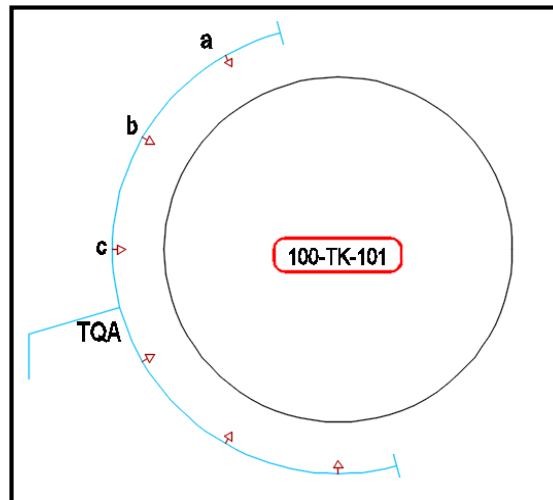
En esta etapa, se realizaron los cálculos hidráulicos por pérdida de fricción para el anillo que enfría a la mitad del tanque expuesto a la radiación térmica a 12.5 kW/m², para ello se seleccionó el aspersor más lejano y siguiente los pasos del capítulo 2.1.1. Se determinó los parámetros de ingreso. Revisar el anexo 9 para mayor información a la distancias por cada tramo.

Tabla 3.14: Parámetros Iniciales obtenidos en la sección A.1

Factor K del aspersor	3.20	GPM/Psi ^{0.5}
Presión de operación de aspersor	20.00	PSI
Caudal de aspersor	14.31	GPM
Diámetro Interno de la tubería	2.067	PULG

Fuente: Elaboración propio

Figura 3.9: Distribución de puntos del sistema de aspersión



Fuente: Elaboración propia

- **Tramo a – b**

Tabla 3.15: Datos del tramo a – b

Presión (psi)	Caudal (GPM)	K _{asp}	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
				(pulg)	(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	
20	14.31	3.2	120	Ø _{nom}	2	1	Tubería	2.00	5.10	16.73
				Ø _{int}	2.067	1	Tee o cruz	3.10		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 14.31^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0026 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (Pf):

$$P_f = 0.0026 \times 16.73 = 0.043 \text{ psi}$$

- Presión total (Pa-b):

$$P_{a-b} = 20 + 0.043 = 20.043 \text{ psi}$$

- Caudal en “b” (qb):

$$Q_b = 3.2 \times \sqrt{20.43} = 14.33 \text{ gpm}$$

- Caudal al ingreso del tramo a – b (Qa-b):

$$Q_{a-b} = 14.31 + 14.33 = 28.64 \text{ gpm}$$

- **Tramo b – c**

Tabla 3.16: Datos del tramo b – c

Presión (psi)	Caudal (GPM)	K _{asp}	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
				(pulg)		(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)
20.043	28.64	3.2	120	Ø _{nom}	2	1	Tubería	2.00	5.10	16.73
				Ø _{int}	2.067	1	Tee o cruz	3.10		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 28.64^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0093 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (Pf):

$$P_f = 0.0093 \times 16.73 = 0.155 \text{ psi}$$

- Presión total (Pb-c):

$$P_{b-c} = 20.043 + 0.155 = 20.199 \text{ psi}$$

- Caudal en “c” (qc):

$$Q_c = 3.2 \times \sqrt{20.199} = 14.38 \text{ gpm}$$

- Caudal al ingreso del tramo a – b (Qb-c):

$$Q_{b-c} = 28.64 + 14.38 = 43.02 \text{ gpm}$$

- **Tramo c – TQA**

Tabla 3.17: Datos del tramo c – TQA

Presión (psi)	Caudal (GPM)	K _{asp}	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
				(pulg)	(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	
20.199	43.02	3.2	120	Ø _{nom}	2	1	Tubería	2.00	5.10	16.73
				Ø _{int}	2.067	1	Tee o cruz	3.10		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 43.02^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0197 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (P_f):

$$P_f = 0.0197 \times 16.73 = 0.265 \text{ psi}$$

- Presión total (P_{c-TQA}):

$$P_{c-TQA} = 20.199 + 0.265 = 20.464 \text{ psi}$$

- Caudal requerido en TQA:

$$Q_{TQA} = 43.02 + 43.02 = 86.04 \text{ gpm}$$

Por lo tanto, los parámetros requeridos en la entrada del arreglo de aspersores para el tanque de almacenamiento de agua son los siguientes:

- Presión requerida en TQA

$$P_{TQA} = 20.464 \text{ psi}$$

- Caudal requerido en TQA

$$Q_{TQA} = 86.04 \text{ gpm}$$

Tabla 3.18: Resumen del cálculo hidráulico del tramo a – TQA

Tramo	K _{asp}	C	Diámetro de tubería		Flujo acumulado (GPM)	Flujo por boquilla (GPM)		Accesorios			Longitud Total		ΔH (m)	Resistencia por Fricción (psi/ft)	Presión	
			(pulg)			(Und.)	(Tipo)	L equi.. (m)	(m)	(ft)	(psi)	(psi)				
a - b	3.2	120	Ønom.	2	14.31	a		1	Tubería	2.00	5.10	16.73	0.00	0.0026	Pa	20.00
								0	Codo 90L	0.00					Pf	0.043
								0	Codo 45	0.00					Ph	0.00
			Øint.	2.067		b	14.33	1	Tee o cruz	3.10					Pt	20.04
								0	V. Marip.	0.00						
								0	V. OS&Y	0.00						
b - c	3.2	120	Ønom.	2	28.64	b		1	Tubería	2.00	5.10	16.73	0.00	0.0093	Pa	20.04
								0	Codo 90L	0.00					Pf	0.155
								0	Codo 45	0.00					Ph	0.00
			Øint.	2.067		c	14.38	1	Tee o cruz	3.10					Pt	20.20
								0	V. Marip.	0.00						
								0	V. OS&Y	0.00						
c - TQA	3.2	120	Ønom.	2	43.02	c		1	Tubería	1.00	4.10	13.45	0.00	0.0197	Pa	20.20
								0	Codo 90L	0.00					Pf	0.265
								0	Codo 45	0.00					Ph	0.00
			Øint.	2.067		TQA	14.48	1	Tee o cruz	3.10					Pt	20.46
								0	V. Marip.	0.00						
								0	V. OS&Y	0.00						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.19: Parámetros de entrada a la red de enfriamiento del tanque 100-TK-101

Presión requerida en TQA	20.46	PSI
Caudal requerido en TQA	86.04	GPM

Fuente: Elaboración propia

3.1.3.2 Sistema de Diluvio en Tanques de Almacenamiento Combustibles

Cálculo de Aspersores

Se realiza el cálculo del Sistema de Diluvio considerando el enfriamiento total del casco de los tanques de combustible.

- ✓ Caudal necesario de enfriamiento de un tanque

Longitud de Tanque	8.30	m
Diámetro de Tanque	3.46	m
Área Expuesta	109.03 (1174 pie ²)	m ²
Régimen de Aplicación de Agua Efectivo	0.15	GPM/pie ²
Caudal de Enfriamiento Total	176.04	GPM

- ✓ Características del aspersor seleccionado

Número de Aspersores	14.00	Unidades	Selección
Caudal mínimo requerido por aspersor	12.57	GPM	
Factor K	3.2	GPM/Psi ^{0.5}	Selección
Angulo de pulverización	110° y 140°		Ver el anexo 10

- ✓ Parámetros de operación del aspersor

Tabla 3.20: Parámetros de Operación del aspersor del tanque 1 y 2

Presión de operación seleccionada	25.00	psi
Caudal de aspersor	16.00	GPM
Caudal total	224.00	GPM

Mín. requerido 20PSI, según NFPA 15

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de parámetros de entrada al Sistema de Aspersión de los tanques de combustibles

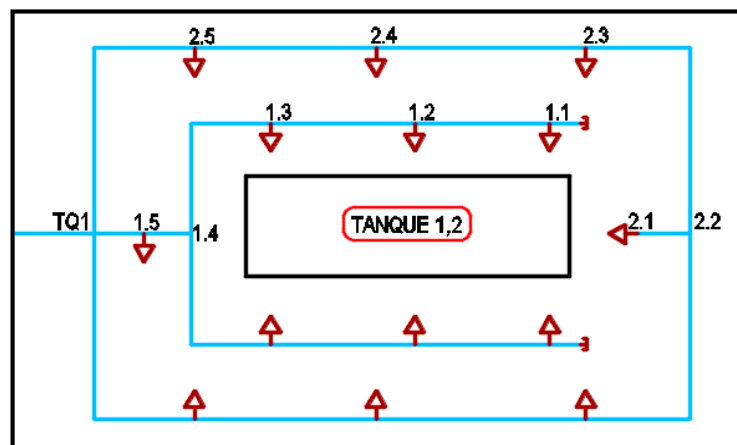
En esta etapa, se realizarán los cálculos hidráulicos por pérdida de fricción de los aspersores inferiores y superiores de los tanques de combustibles 1 y 2, tomando como inicio al aspersor más lejano.

Tabla 3.21: Parámetros Iniciales obtenidos en la sección B.1

Factor K del aspersor	3.20	GPM/Psi ^{0.5}
Presión de operación de aspersor	25.00	PSI
Caudal de aspersor	16	GPM
Diámetro interno de la tubería	2.067	PULG

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.10: Distribución de nodos superiores e inferiores



Fuente: Elaboración propia

❖ Cálculo hidráulico de aspersores Superiores

• Tramo 1.1 – 1.2

Tabla 3.22: Datos del tramo 1.1 – 1.2

Presión (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)	(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	
25	16	120	Ønom	2	1	Tubería	2.80	5.90	19.35
			Øint	2.067	1	Tee o cruz	3.10		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 16^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0032 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (Pf):

$$P_f = 0.0032 \times 19.35 = 0.061 \text{ psi}$$

- Presión total (P1.1-1.2):

$$P_{1.1-1.2} = 25 + 0.061 = 25.061 \text{ psi}$$

- Caudal en “1.2” (Q1.2):

$$Q_{1.2} = 3.2 \times \sqrt{25.061} = 16.02 \text{ gpm}$$

- Caudal al ingreso del tramo 1.1 – 1.2 (Q1.1-1.2):

$$Q_{1.1-1.2} = 16 + 16.02 = 32.02 \text{ gpm}$$

- **Tramo 1.2 – 1.3**

Tabla 3.23: Datos del tramo 1.2 – 1.3

Presión (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)	(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	
25.06	32.02	120	Ønom	2	1	Tubería	2.80	5.90	19.35
			Øint	2.067	1	Tee o cruz	3.10		

Fuente Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 32.02^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0114 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (Pf):

$$P_f = 0.0114 \times 19.35 = 0.221 \text{ psi}$$

- Presión total (P1.2-1.3):

$$P_{1.2-1.3} = 25.06 + 0.221 = 25.282 \text{ psi}$$

- Caudal en “1.3” (Q1.3):

$$Q_{1.3} = 3.2 \times \sqrt{25.282} = 16.09 \text{ gpm}$$

- Caudal al ingreso del tramo a – b (Qa-b):

$$Q_{1.2-1.3} = 32.02 + 16.09 = 48.11 \text{ gpm}$$

- **Tramo 1.3 – 1.4**

Tabla 3.24: Datos del tramo 1.3 – 1.4

Presión (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)	(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	
25.28	48.11	120	Ønom	2	1	Tubería	4.85	9.45	31.00
			Øint	2.067	1	Codo 90L	1.50		
					1	Tee o cruz	3.1		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 25.28^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0243 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (Pf):

$$P_f = 0.0243 \times 31 = 0.752 \text{ psi}$$

- Presión total (P_{1.3-1.4}):

$$P_{1.3-1.4} = 25.28 + 0.752 = 26.035 \text{ psi}$$

- Caudal en “1.4” (Q_{1.4}):

$$Q_{1.4} = 0 \times \sqrt{26.035} = 0 \text{ gpm}$$

- Caudal al ingreso del tramo 1.3 – 1.4 (Q_{1.3-1.4}):

$$Q_{1.3-1.4} = (48.11 + 0) \times 2 = 96.22 \text{ gpm}$$

- **Tramo 1.4 – 1.5**

Tabla 3.25: Datos del tramo 1.4 – 1.5

Presión (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)	(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	
26.035	96.22	120	Ønom	2	1	Tubería	2.30	8.50	27.88
			Øint	2.067	2	Tee o cruz	3.10		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 96.22^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0875 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (P_f):
 $P_f = 0.0875 \times 27.88 = 2.439 \text{ psi}$
- Presión de elevación (P_h):
 $P_h = 10^3 \times 9.81 \times 2.3 \times 0.000145038 = 3.266 \text{ psi}$
- Presión total ($P_{1.4-1.5}$):
 $P_{1.4-1.5} = 26.035 + 2.439 + 3.266 = 31.740 \text{ psi}$
- Caudal en “1.5” ($Q_{1.5}$):
 $Q_{1.5} = 3.2 \times \sqrt{31.740} = 18.03 \text{ gpm}$
- Caudal al ingreso del tramo 1.4 – 1.5 ($Q_{1.4-1.5}$):
 $Q_{1.4-1.5} = 96.22 + 18.03 = 114.25 \text{ gpm}$

- **Tramo 1.5 – TQ1**

Tabla 3.26: Datos del tramo 1.5 – TQ1

Presión (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)	(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	
31.74	114.25	120	\varnothing_{nom}	2	1	Tubería	2.80	2.30	7.54
			\varnothing_{int}	2.067	0	Tee o cruz	3.10		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 114.25^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.1202 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$
- Perdida por fricción (P_f):
 $P_f = 0.1202 \times 7.54 = 0.907 \text{ psi}$
- Presión de elevación (P_h):
 $P_h = 10^3 \times 9.81 \times 2.3 \times 0.000145038 = 3.266 \text{ psi}$
- Presión total ($P_{1.4-1.5}$):
 $P_{1.4-1.5} = 31.74 + 0.907 + 3.266 = 35.913 \text{ psi}$
- Caudal al ingreso del tramo 1.5 – TQ1 ($Q_{1.5-TQ1}$):
 $Q_{1.5-TQ1} = 114.25 + 0 = 114.25 \text{ gpm}$

Resultados:

Caudal requerido para enfriar 1.1 – TQ1 = 114.25 gpm

Presión mínima requerido en TQ1 = 35.913 psi

❖ Cálculo hidráulico de aspersores Inferiores

• Tramo 2.1 – 2.2

Tabla 3.27: Datos del tramo 2.1 –2.2

Presión (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)	(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	
25	16	120	Ønom	2	1	Tubería	2.30	5.40	19.35
			Øint	2.067	1	Tee o cruz	3.10		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

– Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 16^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0032 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

– Perdida por fricción (P_f):

$$P_f = 0.0032 \times 19.35 = 0.056 \text{ psi}$$

– Presión de elevación (P_h):

$$P_h = 10^3 \times 9.81 \times 2.3 \times 0.000145038 = 3.266 \text{ psi}$$

– Presión total (P_{2.1-2.2}):

$$P_{2.1-2.2} = 25 + 0.056 + 3.266 = 28.322 \text{ psi}$$

– Caudal en “2.2” (Q_{2.2}):

$$Q_{2.2} = 0 \times \sqrt{28.322} = 0 \text{ gpm}$$

– Caudal al ingreso del tramo 2.1 – 2.2 (Q_{2.1-2.2}):

$$Q_{2.1-2.2} = 16/2 = 8 \text{ gpm}$$

- **Tramo 2.2 – 2.3**

Tabla 3.28: Datos del tramo 2.2 – 2.3

Presión	Caudal	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(psi)	(GPM)	(pulg)	(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)
28.32	8	120	Ønom	2	1	Tubería	4.85	9.45	31.00
			Øint	2.067	1	Codo 90L	1.50		
					1	Tee o cruz	3.1		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 8^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0009 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (P_f):

$$P_f = 0.0009 \times 31 = 0.027 \text{ psi}$$

- Presión total (P_{2.2-2.3}):

$$P_{2.2-2.3} = 28.32 + 0.027 = 28.349 \text{ psi}$$

- Caudal en “2.3” (Q_{2.3}):

$$Q_{2.3} = 3.2 \times \sqrt{28.349} = 17.04 \text{ gpm}$$

- Caudal al ingreso del tramo 2.2 – 2.3 (Q_{2.2-2.3}):

$$Q_{2.2-2.3} = 8 + 17.04 = 25.04 \text{ gpm}$$

- **Tramo 2.3 – 2.4**

Tabla 3.29: Datos del tramo 1.3 – 1.4

Presión	Caudal	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(psi)	(GPM)	(pulg)	(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)
28.349	25.04	120	Ønom	2	1	Tubería	2.80	5.90	19.35
			Øint	2.067	1	Tee o cruz	3.10		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 25.04^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0073 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (P_f):

$$P_f = 0.0073 \times 19.35 = 0.140 \text{ psi}$$

- Presión total ($P_{1.3-1.4}$):

$$P_{2.3-2.4} = 28.349 + 0.140 = 28.490 \text{ psi}$$

- Caudal en “2.4” ($Q_{2.4}$):

$$Q_{2.4} = 3.2 \times \sqrt{28.490} = 17.08 \text{ gpm}$$

- Caudal al ingreso del tramo 2.3 – 2.4 ($Q_{2.3-2.4}$):

$$Q_{2.3-2.4} = 25.04 + 17.08 = 42.12 \text{ gpm}$$

- **Tramo 2.4 – 2.5**

Tabla 3.30: Datos del tramo 2.4 – 2.5

Presión (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)	(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	
28.490	42.12	120	Ønom	2	1	Tubería	2.80	5.90	19.35
			Øint	2.067	2	Tee o cruz	3.10		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 42.12^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0190 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (P_f):

$$P_f = 0.0190 \times 19.35 = 0.367 \text{ psi}$$

- Presión total ($P_{2.4-2.5}$):

$$P_{2.4-2.5} = 28.49 + 0.367 = 28.857 \text{ psi}$$

- Caudal en “2.5” ($Q_{2.5}$):

$$Q_{2.5} = 3.2 \times \sqrt{28.857} = 17.19 \text{ gpm}$$

- Caudal al ingreso del tramo 1.4 – 1.5 ($Q_{1.4-1.5}$):

$$Q_{2.4-2.5} = 42.12 + 17.19 = 59.31 \text{ gpm}$$

- **Tramo 2.5 – TQ1**

Tabla 3.31: Datos del tramo 2.5 – TQ1

Presion (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)	(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	
28.857	59.31	120	Ønom	2	1	Tubería	4.85	9.45	31.00
			Øint	2.067	1	Codo 90L	1.50		
					1	Tee o cruz	3.1		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 59.31^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0357 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (P_f):

$$P_f = 0.0357 \times 31 = 1.108 \text{ psi}$$

- Presión total (P_{2.5-TQ1}):

$$P_{2.5-TQ1} = 28.857 + 1.108 = 29.965 \text{ psi}$$

Resultados:

Caudal requerido para enfriar el tramo 2.5 – TQ1 = 59.31 gpm

Presión mínima requerido en TQ1 = 29.965 psi

Para los puntos de empalme hidráulico, la NFPA 15 cap.8, menciona que los caudales deberán equilibrarse con la presión más alta, para ello se tomara la Ecuación 13.

Desarrollo:

- Presión Predominante

$$P_{\text{predominante}} = 35.913 \text{ psi}$$

- Caudal Compensando del Ramal Superior

$$Q_{\text{comp. ramal sup.}} = 114.25 \sqrt{\frac{35.913}{35.913}} = 114.25 \text{ gal}$$

- Caudal Compensando del Ramal Inferior

$$Q_{\text{comp. ramal inf.}} = 59.31 \sqrt{\frac{35.913}{29.965}} = 64.93 \text{ gal}$$

Por lo tanto, los parámetros requeridos en la entrada de arreglo de aspersores para ambos tanques son los siguientes:

- Presión requerida en TQ1 y TQ2

$$P_{\text{TQ1/TQ2}} = 35.91 \text{ psi}$$

- Caudal requerida en TQ1 y TQ2

$$Q_{\text{TQ1/TQ2}} = Q_{\text{R.superior}} + Q_{\text{R.inferior}}$$

$$Q_{\text{TQ1/TQ2}} = 114.25 + 2 \times 64.93 = 244.10 \text{ gal}$$

Tabla 3.32: Resumen del cálculo hidráulico del tramo 1.1 – TQ1 (SUPERIORES)

Tramo	K _{asp}	C	Diámetro de tubería		Flujo acumulado (GPM)	Flujo por boquilla (GPM)		Accesorios			Longitud Total		ΔH (m)	Resistencia por Fricción (psi/ft)	Presión	
			(pulg)			(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	(psi)					
1.1 - 1.2	3.2	120	Ø _{nom}	2	16	1.1		1	Tubería	2.80	5.90	19.35	0.00	0.0032	Pa	25.00
								0	Codo 90L	0.00					Pf	0.061
								0	Codo 45	0.00					Ph	0.00
			Ø _{int}	2.067		1.2	16.02	1	Tee o cruz	3.10					Pt	25.061
								0	V. Marip.	0.00						
								0	V. OS&Y	0.00						
1.2 - 1.3	3.2	120	Ø _{nom}	2	32.02	1.2		1	Tubería	2.80	5.90	19.35	0.00	0.0114	Pa	25.06
								0	Codo 90L	0.00					Pf	0.221
								0	Codo 45	0.00					Ph	0.00
			Ø _{int}	2.067		1.3	16.09	1	Tee o cruz	3.10					Pt	25.282
								0	V. Marip.	0.00						
								0	V. OS&Y	0.00						
1.3 - 1.4	3.2	120	Ø _{nom}	2	48.11	1.3		1	Tubería	4.85	9.45	31.00	0.00	0.0243	Pa	25.28
								1	Codo 90L	1.50					Pf	0.752
								0	Codo 45	0.00					Ph	0.00
			Ø _{int}	2.067		1.4	0.00	1	Tee o cruz	3.10					Pt	26.035
								0	V. Marip.	0.00						
								0	V. OS&Y	0.00						
								0	Codo 45	0.00						

Tramo	K _{asp}	C	Diámetro de tubería		Flujo acumulado (GPM)	Flujo por boquilla (GPM)		Accesorios			Longitud Total		ΔH (m)	Resistencia por Fricción (psi/ft)	Presión (psi)	
			(pulg)			(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	(psi)					
1.4 - 1.5	0.0	120	Ønom	2	96.22	1.4	18.03	1	Tubería	2.30	8.50	27.88	2.30	0.0875	Pa	26.03
								0	Codo 90L	0.00					Pf	2.439
								0	Codo 45	0.00					Ph	3.27
			2	Tee o cruz		3.10		Pt	31.740							
			0	V. Marip.		0.00										
			0	V. OS&Y		0.00										
1.5 - TQ1	3.2	120	Ønom	2	114.25	1.5	TQ1	1	Tubería	2.30	2.30	7.54	2.30	0.1202	Pa	31.74
								0	Codo 90L	0.00					Pf	0.907
								0	Codo 45	0.00					Ph	3.27
			0	Tee o cruz		3.10		Pt	35.913							
			0	V. Marip.		0.00										
			0	V. OS&Y		0.00										

Fuente: Elaboración propia

Resultados

Caudal requerido para enfriar 1.1-TQ1	114.25	GPM
Presión Mínima requerido en TQ1	35.91	PSI

Tabla 3.33: Resumen del cálculo hidráulico del tramo 2.1 – TQ1 (INFERIORES)

Tramo	K _{asp}	C	Diámetro de tubería		Flujo acumulado (GPM)	Flujo por boquilla (GPM)		Accesorios			Longitud Total		ΔH (m)	Resistencia por Fricción (psi/ft)	Presión	
			(pulg)			(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	(m)	(psi)				
2.1 - 2.2	3.2	120	Ø _{nom}	2	16	2.1		1	Tubería	2.30	5.40	17.71	2.30	0.0032	Pa	25.00
								0	Codo 90L	0.00					Pf	0.056
								0	Codo 45	0.00					Ph	3.27
			Ø _{int}	2.067		2.2	0.00	1	Tee o cruz	3.10					Pt	28.322
								0	V. Marip.	0.00						
								0	V. OS&Y	0.00						
2.2 - 2.3	0.0	120	Ø _{nom}	2	8.00	2.2		1	Tubería	4.85	9.45	31.00	0.00	0.0009	Pa	28.32
								1	Codo 90L	1.50					Pf	0.027
								0	Codo 45	0.00					Ph	0.00
			Ø _{int}	2.067		2.3	17.04	1	Tee o cruz	3.10					Pt	28.349
								0	V. Marip.	0.00						
								0	V. OS&Y	0.00						
2.3 - 2.4	3.2	120	Ø _{nom}	2	25.04	2.3		1	Tubería	2.80	5.90	19.35	0.00	0.0073	Pa	28.35
								0	Codo 90L	0.00					Pf	0.140
								0	Codo 45	0.00					Ph	0.00
			Ø _{int}	2.067		2.4	17.08	1	Tee o cruz	3.10					Pt	28.490
								0	V. Marip.	0.00						
								0	V. OS&Y	0.00						

Tramo	K _{asp}	C	Diámetro de tubería		Flujo acumulado (GPM)	Flujo por boquilla (GPM)		Accesorios			Longitud Total		ΔH (m)	Resistencia por Fricción (psi/ft)	Presión (psi)	
			(pulg)			(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	Pa	Pf			Ph	Pt
2.4 - 2.5	3.2	120	Ø _{nom}	2	42.12	2.4	17.19	1	Tubería	2.80	5.90	19.35	0.00	0.0190	Pa	28.49
								0	Codo 90L	0.00					Pf	0.367
								0	Codo 45	0.00					Ph	0.00
			1	Tee o cruz		3.10		Pt	28.857							
			0	V. Marip.		0.00										
			0	V. OS&Y		0.00										
2.5 - TQ1	3.2	120	Ø _{nom}	2	59.31	2.5	TQ1	1	Tubería	4.85	9.45	31.00	0.00	0.0357	Pa	28.86
								1	Codo 90L	1.50					Pf	1.108
								0	Codo 45	0.00					Ph	0.00
			1	Tee o cruz		3.10		Pt	29.965							
			0	V. Marip.		0.00										
			0	V. OS&Y		0.00										

Fuente: Elaboración propia

Resultados

Caudal requerido para enfriar 2.1-TQ1	59.31	GPM
Presión Mínima requerido en TQ1	29.96	PSI

Tabla 3.34: Parámetros de entrada a la red de enfriamiento de los tanques 1 y 2

Presión requerida en TQ1 y TQ2	35.91	PSI
--------------------------------	-------	-----

Caudal requerido en TQ1 y TQ2	244.10	GPM
-------------------------------	--------	-----

Fuente: Elaboración propia

Calculo de Parámetros en el manifold del Sistema de Diluvio

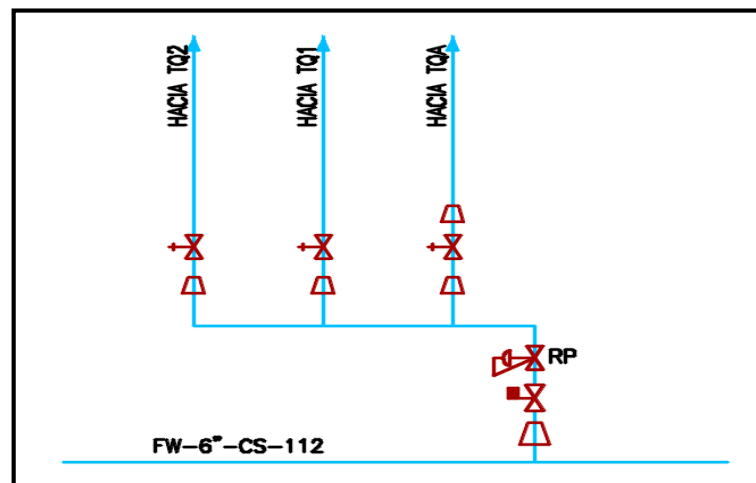
En esta etapa realizaremos el cálculo hidráulico que va desde el manifold principal hasta la red de enfriamiento de tanques para almacenamiento de combustibles y el de agua.

Tabla 3.35: Resumen de parámetros de operación a la entrada del Sist. de diluvio

TQA	Presión requerida en TQ1 y TQ2	20.46	PSI
	Caudal requerido en TQ1 y TQ2	86.04	GPM
TQ1 Y TQ2	Presión requerida en TQ1 y TQ2	35.91	PSI
	Caudal requerido en TQ1 y TQ2	244.10	GPM

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.11: Esquema del manifold de distribución hacia los sistemas de aspersión



Fuente: Elaboración propio

• Tramo TQA – RP

Tabla 3.36: Datos del tramo TQA – RP

Presion (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)	(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)	
20.46	86.04	120	Ønom.	2	1	Tubería	26.80	37.40	122.67
					4	Codo 90L	1.50		
					2	Codo 45	0.60		
			Øint	2.067	1	Tee o cruz	3.10		
					0	V. Marip.	0.00		
					1	V. OS&Y	0.30		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 86.04^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0711 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (P_f):

$$P_f = 0.0711 \times 122.67 = 8.727 \text{ psi}$$

- Presión de elevación (P_h):

$$P_h = 10^3 \times 9.81 \times 4 \times 0.000145038 = 5.68 \text{ psi}$$

- Presión total (P_T):

$$P_T = 20.46 + 8.727 + 5.68 = 34.867 \text{ psi}$$

- Velocidad (V):

$$V = \frac{86.04 \times 3.785}{\frac{\pi}{4} \times (2.067 \times 0.0254)^2 \times 60000} = 2.507 \text{ m/s}$$

• **Tramo TQ1 – RP**

Tabla 3.37: Datos del tramo TQA – RP

Presion (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)		(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)
35.91	244.1	120	Ø _{nom}	3	1	Tubería	53	70.20	230.26
					5	Codo 90L	2.10		
					2	Codo 45	0.90		
			Ø _{int}	3.068	1	Tee o cruz	4.60		
					0	V. Marip.	0.00		
					1	V. OS&Y	0.30		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 244.1^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0716 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (P_f):

$$P_f = 0.0716 \times 230.26 = 16.477 \text{ psi}$$

- Presión de elevación (P_h):

$$P_h = 10^3 \times 9.81 \times 1 \times 0.000145038 = 1.42 \text{ psi}$$

- Presión total (P_T):

$$P_T = 35.91 + 16.477 + 1.42 = 53.807 \text{ psi}$$

- Velocidad (V):

$$V = \frac{244.1 \times 3.785}{\frac{\pi}{4} \times (3.068 \times 0.0254)^2 \times 60000} = 3.229 \text{ m/s}$$

- **Tramo TQ2 – RP**

Tabla 3.38: Datos del tramo TQA – RP

Presión (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)		(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)
244.1	35.91	120	Ønom	3	1	Tubería	49.00	66.20	217.14
					5	Codo 90L	2.10		
					2	Codo 45	0.90		
			Øint	3.229	1	Tee o cruz	4.60		
					0	V. Marip.	0.00		
					1	V. OS&Y	0.30		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 35.91^{1.85}}{120^{1.85} \times 2.067^{4.87}} = 0.0716 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (P_f):

$$P_f = 0.0716 \times 217.14 = 15.538 \text{ psi}$$

- Presión de elevación (P_h):

$$P_h = 10^3 \times 9.81 \times 4 \times 0.000145038 = 5.68 \text{ psi}$$

- Presión total (P_T):

$$P_T = 35.91 + 15.538 + 1.42 = 52.868 \text{ psi}$$

- Velocidad (V):

$$V = \frac{244.1 \times 3.785}{\frac{\pi}{4} \times (3.068 \times 0.0254)^2 \times 60000} = 3.229 \text{ m/s}$$

Para el punto hidráulico en **RP** se realizara el cálculo de compensación de caudales tomando como presión predominante en **RP** de 53.81 psi

Desarrollo:

- Presión Configurada en RP (Válv. Reductora de Presión: 54 psi)

$$P_{RP-conf.} = 54 \text{ psi}$$

- Caudal Compensando del Sistema Diluvio de tanque de agua

$$Q_{comp. \text{ tq. agua}} = 86.04 \times \sqrt{\frac{54}{34.87}} = 107.07 \text{ psi}$$

- Caudal Compensado del Sistema Diluvio de tanque 1 de combustible

$$Q_{comp. \text{ tq. comb.1}} = 244.10 \times \sqrt{\frac{54}{53.81}} = 244.53 \text{ psi}$$

- Caudal Compensado del Sistema Diluvio de tanque 2 de combustible

$$Q_{comp. \text{ tq. comb.2}} = 244.10 \times \sqrt{\frac{54}{52.87}} = 246.70 \text{ psi}$$

Volumen de agua requerido para el enfriamiento en los escenarios TJA1-03 Y TJA1-07/09

Caso 1: Escenario TJA1-03/ Incendio en zona de recepción por derrame confinado

El tanque 2 es afectado por la radiación térmica en este escenario, por tal razón se activara por un periodo de 240 min

Tabla 3.39: Volumen de agua requerido del sistema de diluvio del escenario TJA1-03

SERVICIO	CAUDAL (GPM)	TIEMPO DE APLICACIÓN (minutos)	CANTIDAD DE AGUA (Galones)
Diluvio del tanque 2	245.70	240	59206.94

Fuente: Elaboración propia

Caso 3: Escenario TJA1-05/09 Incendio en dique estanco

El tanque de agua 100-TK-101 es afectado por la radiación térmica en este escenario, por tal razón se activara por un periodo de 240 min

Tabla 3.40: Volumen de agua requerido del sistema de diluvio del escenario TJA1-05/09

SERVICIO	CAUDAL (GPM)	TIEMPO DE APLICACIÓN (minutos)	CANTIDAD DE AGUA (Galones)
Diluvio del tanque 2	107.07	240	25695.94

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.41: Resumen del cálculo hidráulico de tramos del manifold a los tanques de aspersion

Tramo	K _{asp}	C	Diámetro de tubería		Flujo acumulado (GPM)	Velocidad (m/s)	Accesorios			Longitud Total		ΔH (m)	Resistencia por Fricción (psi/ft)	Presión	
			(pulg)				(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)			(psi)	
TQA - RP	3.2	120	Ø _{nom}	2	86.04	2.507	1	Tubería	26.80	37.40	122.67	4.00	0.0711	Pa	20.46
							4	Codo 90L	1.50					Pf	8.727
			2	Codo 45			0.60	Ph	5.68						
			1	Tee o cruz			3.10	Pt	34.867						
			0	V. Marip.			0.00								
			1	V. OS&Y			0.30								
Ø _{int}	2.067														
TQ1 - RP	3.2	120	Ø _{nom}	3	244.1	3.229	1	Tubería	53.00	70.20	230.26	1.00	0.0716	Pa	35.91
							5	Codo 90L	2.10					Pf	16.477
			2	Codo 45			0.90	Ph	1.42						
			1	Tee o cruz			4.60	Pt	53.807						
			0	V. Marip.			0.00								
			1	V. OS&Y			0.30								
Ø _{int}	3.068														
TQ2 - RP	3.2	120	Ø _{nom}	3	244.1	3.229	1	Tubería	49.00	66.20	217.14	1.00	0.0716	Pa	35.91
							5	Codo 90L	2.10					Pf	15.538
			2	Codo 45			0.90	Ph	1.42						
			1	Tee o cruz			4.60	Pt	52.868						
			0	V. Marip.			0.00								
			1	V. OS&Y			0.30								
Ø _{int}	3.068														

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.42: Parámetros de entrada de aspersores (compensado)

Presión configurada en RP	54.00	PSI	Válv. Reduct. de Presión
Caudal Sist. Diluvio de tanque de agua	107.07	GPM	Compensado
Caudal Sist. Diluvio de tanque 1 de comb.	244.53	GPM	Compensado
Caudal Sist. Diluvio de tanque 2 de comb.	246.70	GPM	Compensado

Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Red de Agua Contra Incendios

La Planta de Abastecimiento contará con una red de agua contra incendio que se inicia en el patio de bombas, extendiéndose hacia el patio de tanques y oficinas administrativas, mediante una red de tuberías que alimentará a un hidrante, un monitor-hidrante, y al Sistema de Diluvio de los tanques de combustible y de almacenamiento de agua. La red de agua contará con válvulas que permitirán sectorizar el sistema por trabajos de reparación y/o mantenimiento.

Los equipos mencionados suministrarán agua para combatir posibles incendios y/o para el enfriamiento de las superficies de equipos expuestos, en caso de incendios cercanos.

A continuación se describen los componentes de la Red de Agua Contra Incendio:

❖ Tuberías

Este proyecto usará las tuberías de Acero al Carbono ASTM A-53 Gr. B, SCH. 40, para todo el sistema.

Los tramos de tuberías de los Sistemas de Diluvio serán galvanizados interna y externamente, según lo indicado en la sección 5.3.6.1 de la norma NFPA 15.

No es necesario el galvanizado en tuberías de acero negro para los tramos de tuberías que están llenas de agua permanentemente (NFPA 15, sección 5.3.6.3).

- **Uniones Roscadas:** Las roscas de las tuberías y accesorios deberán fabricarse según el estándar ASME B.1.20.1 Pipe Threads, General Purpose (Inch) Rosca para tuberías de uso común (pulgadas).

Solo se unirán mediante rosca las tuberías que tienen diámetros menores a Ø2.5”.

Todo cambio de diámetro deberá lograrse usando accesorios reductores o con un adaptador (bushing) cuando no exista un accesorio reductor. No estará permitido el uso sucesivo de reducciones y/o adaptadores para un cambio de diámetro.

Para hermetizar la unión, solo se permitirá el uso de cinta teflón o un compuesto especialmente indicado para este fin. Se comprobará que el tubo no penetre demasiado dentro del accesorio, ni que la cinta o compuesto rebalse demasiado, de tal manera que se constituyan en una obstrucción al flujo del agua.

- **Uniones Bridadas:** Para el Sistema Contra Incendio se emplearán:
 - ✓ Bridas del tipo adaptador de acuerdo ASTM A105. ASME B16.5, Clase 150.
 - ✓ Bridas de tipo Soldable Slip On, FF de acero ASTM A105, ASME B16.5 Clase 150.
 - ✓ Las empaquetaduras serán de 1/16” de espesor y de un material adecuado para agua fría como caucho o neopreno.
 - ✓ El amarre de las bridas será por medio de espárragos con tuercas hexagonales, ambos según ANSI B18.2 y protegidos contra la corrosión por medio de un baño de zinc o cadmio.
- **Uniones Ranuradas;** Cuando se usen uniones por ranura mecánica, todos los componentes como empaquetaduras, corte de ranuras, espesor de la pared del tubo, acoples y accesorios deberán ser compatibles entre ellos.

❖ Válvulas

Las válvulas utilizadas en el Sistema Contra Incendio serán de los siguientes tipos, y deberán ser Listadas y Aprobadas:

- **Válvula de Seccionamiento:** Las válvulas de seccionamiento serán válvulas compuerta del tipo OS&Y. Estas válvulas controlarán el abastecimiento a la red de agua, estarán etiquetadas indicando su posición normal de trabajo (abierta o cerrada). Una característica de este tipo de válvula es que, cuando está completamente abierta, no puede ser cerrada en menos de 5 segundos. Las válvulas serán seleccionadas de acuerdo a su presión de trabajo. Su instalación deberá tener fácil acceso para su operación y mantenimiento.
- **Válvula de Retención:** La función de la válvula de retención será la de impedir el paso del fluido en dirección contraria a la determinada. Mientras el sentido del fluido sea el correcto, la válvula de retención se mantendrá abierta, cuando el fluido pierda velocidad o presión, la válvula de retención tendrá que cerrarse, evitando así el retroceso del fluido.
- **Válvula de Bola:** Esta válvula se instalará para los drenajes de la red de agua contra incendio, procurando que estén ubicados en los puntos más bajos del sistema.

Se abre mediante el giro del eje unido a la esfera o bola perforada, de tal forma que permite el paso del fluido cuando está alineada la perforación con la entrada y la salida de la válvula. Cuando la válvula está cerrada, el agujero estará perpendicular a la entrada y a la salida. La posición de la manilla de actuación indica el estado de la válvula (abierta o cerrada).

- **Válvula Reguladora de Presión:** Se utiliza en tuberías llenas de agua, donde es necesario reducir una presión para obtener un suministro bajo condiciones de flujo estáticas y /o residuales.

Se instalará una válvula reguladora de presión para los sistemas de Diluvio, la cual será configurada a la presión indicada a continuación:

Tabla 3.43: Datos de la Válvula Reductora de presión

CONFIGURACIÓN DE PRESIÓN EN VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN		
TAG	SISTEMA	PRESIÓN DE SETEO
VRP-101-Ø4"	Diluvio	54 PSI

Fuente: Elaboración propia

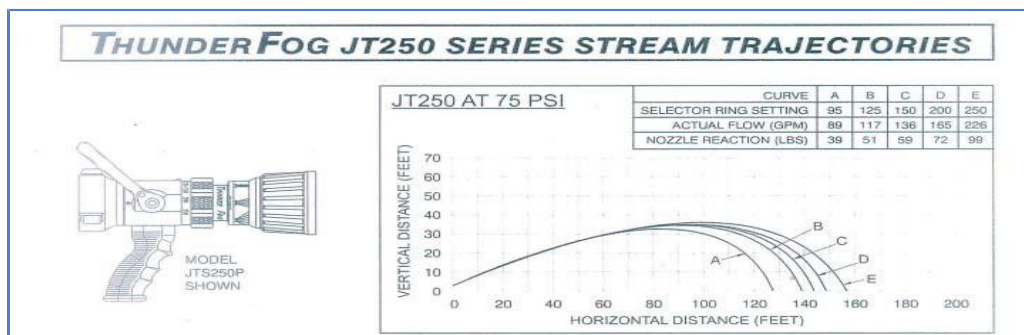
❖ **Hidrante y Monitor Hidrante**

- **Hidrante de agua contra incendio:** Los hidrantes y las casetas de mangueras deberán cumplir con los requerimientos de la norma NFPA 24 en su última edición. El hidrante HD-101-Ø6", estará ubicado cerca de la oficina de administración, tal cual se muestra en el Anexo 6
- **Monitor – Hidrante:** Este conjunto está compuesto por un monitor de chorro de agua instalados sobre el hidrante, el hidrante monitor HM-101-Ø6", estará ubicado cerca de la zona de estacionamiento del camión cisterna, tal cual se muestra en el Anexo 6.

El Hidrante y el Monitor-hidrante deberán ser aprobados para uso en sistemas contra incendios y tener un diámetro de conexión con las tuberías principales no menor a 6" (152mm), debiendo llevar una válvula en su conexión.

El hidrante contará con 02 salidas de Ø 2 ½" y contará con válvulas de compuerta independientes en la salida de Ø 2 ½". Las salidas roscadas del hidrante deben tener roscado externo NHS para mangueras contra incendio. Las boquillas monitoras de agua serán de caudal regulable con los siguientes selectores:

Figura 3.12: Alcances del Pitón de descarga JT250 - 75 PSI



Fuente: Ficha Técnica de Pitones de descarga THUNDER FOG JT250

Cabe resaltar que para el manejo de monitores contra incendio, sea para enfriamiento o extinción (con espuma), es necesario contar con una persona entrenada en el manejo de monitores contra incendio. El personal que manejará el monitor contra incendio deberá estar debidamente protegido contra los altos niveles de radiación térmica, con un traje de aproximación al fuego diseñado y elaborado según NFPA 1971.

Manguera

Las mangueras serán de 2 ½”, con 30 m de longitud, listado UL y/o aprobado FM para ataque de incendio clase “A” y para enfriamiento de equipos.

Las boquillas de manguera serán del tipo caudal regulable con los siguientes selectores:

Cabe resaltar que cada manguera contra incendio debe ser manejada, como mínimo, por cuatro personas entrenadas en el manejo de mangueras contra incendio: Un pitonero, un hombre de apoyo al pitonero y dos hombres para soportar la manguera. El personal que manejará las mangueras estará debidamente protegido contra los altos niveles de radiación térmica, con trajes de aproximación al fuego diseñados y elaborados según NFPA 1971.

3.1.5 Sistema de Bombeo de Agua Contra Incendio

El Sistema de Bombeo de Agua Contra Incendio de la planta de abastecimiento de combustible contará con un (01) patio de bombas donde se instalará una (01) motobomba de agua contra incendio y una electrobomba Jockey.

El motor diésel contará con un tanque diario de combustible de 121 galones de capacidad, y dimensiones Ø0.61x1.59m. Todo este sistema será diseñado y dimensionado de acuerdo con lo establecido en la norma NFPA 20.

El tanque diario de combustible para la Motobomba contra incendio contará con un dique metálico de medidas 0.9x1.83m y 0.8m de altura, con una capacidad

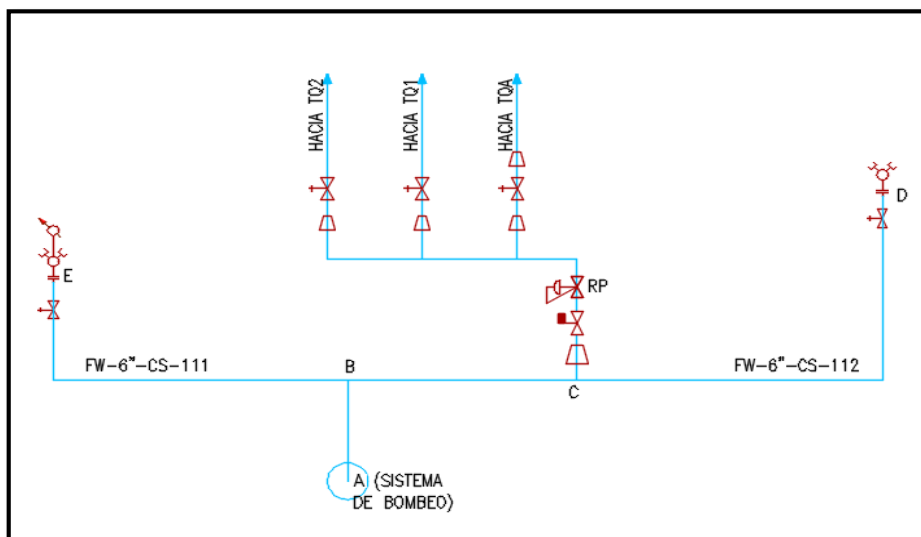
mínima efectiva de 134 galones para contener derrames, según lo mostrado en los planos.

La selección de la bomba Contra Incendio se determinara en los parámetros máximos del cálculo hidráulico de cada escenario de incendio. Así mismo teniendo la bomba seleccionada se procederá calcular la bomba compensadora de presión (Jockey) bajo las recomendaciones de la NFPA 20

Cálculo de Parámetros del Sistema de Bombeo

Se realizan los cálculos de caudal, presión y reserva de agua contra incendio requerida para los escenarios que, a priori, son los de mayor demanda, considerando las siguientes modificaciones:

Figura 3.13: Equipamiento de agua contra incendio en la Planta



Fuente: Elaboración propia

❖ Caso 1: Escenario TJA1-03/ Incendio en zona de recepción por derrame confinado

Cálculo de Parámetros mínimos del sistema del tramo E-A.

La lucha de este escenario se realizara desde el monitor hidrante MH-101 desde el cual se aplicará un chorro de solución agua – espuma de 120 GPM de caudal nominal a 100 psi.

A continuación se realiza el cálculo hidráulico para determinar los parámetros de operación del sistema.

- **Tramo E – B**

Tabla 3.44: Datos del tramo E – B/ escenario TJA1-03

Presion (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)		(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)
100	120	120	Ønom	6	1	Tubería	80.00	102.30	335.54
					4	Codo 90L	4.30		
					2	Codo 45	2.10		
			Øint	6.065	0	Tee o cruz	0.00		
					0	V. Marip.	0.00		
					1	V. OS&Y	0.90		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 120^{1.85}}{120^{1.85} \times 6.065^{4.87}} = 0.0007 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (Pf):

$$P_f = 0.0007 \times 335.54 = 0.23 \text{ psi}$$

- Presión de elevación (Ph):

$$P_h = 10^3 \times 9.81 \times 2 \times 0.000145038 = 2.84 \text{ psi}$$

- Presión total (PT):

$$P_T = 100 + 0.23 + 2.84 = 103.07 \text{ psi}$$

- Velocidad (V):

$$V = \frac{\frac{120 \times 3.785}{60000}}{\frac{\pi}{4} \times (6.065 \times 0.0254)^2} = 0.41 \text{ m/s}$$

- Caudal que ingresa al tramo E-B

$$Q = Q_E + Q_{TQ1} \text{ (al activarse el sistema de diluvio del TQ1)}$$

$$Q = 120 + 246.70 = 366.70 \text{ psi}$$

- Tramo B – A

Tabla 3.45: Datos del tramo B – A/ escenario TJA1-03

Presion (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)		(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)
103.07	366.7	120	Ønom	6	1	Tubería	2.00	43.30	142.02
					4	Codo 90L	4.30		
					2	Codo 45	2.10		
			Øint	6.065	1	Tee o cruz	9.20		
					1	V. CH	9.8		
					1	V. OS&Y	0.90		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times (366.7)^{1.85}}{120^{1.85} \times 6.065^{4.87}} = 0.0055 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (Pf):

$$P_f = 0.0055 \times 142.02 = 0.78 \text{ psi}$$

- Presión de elevación (Ph):

$$P_h = 10^3 \times 9.81 \times 0 \times 0.000145038 = 0 \text{ psi}$$

- Presión total (PT):

$$P_T = 103.07 + 0.78 = 103.85 \text{ psi}$$

- Velocidad (V):

$$V = \frac{\frac{366.7 \times 3.785}{60000}}{\frac{\pi}{4} \times (6.065 \times 0.0254)^2} = 1.24 \text{ m/s}$$

Tabla 3.46: Cuadro de resumen del Tramo E-A/ escenario TJA1-03

Tramo	C	Diámetro de tubería		Flujo acumulado (GPM)	Velocidad (m/s)	Accesorios			Longitud Total		ΔH (m)	Resistencia por Fricción (psi/ft)	Presión	
		(pulg)				(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)			(psi)	(psi)
E - B	120	\varnothing_{nom}	6	120	0.406	1	Tubería	80.00	102.30	335.54	2.00	0.0007	Pi	100.00
						4	Codo 90L	4.30					Pf	0.234
						2	Codo 45	2.10					Ph	2.84
		\varnothing_{int}	6.065			0	Tee o cruz	0.00					Pt	103.074
						0	V. Marip.	0.00						
						1	V. OS&Y	0.90						
B-A	120	\varnothing_{nom}	6	366.7	1.241	1	Tubería	2.00	43.30	142.02	0.00	0.0055	Pi	103.07
						4	Codo 90L	4.30					Pf	0.781
						2	Codo 45	2.10					Ph	0.00
		\varnothing_{int}	6.065			1	Tee o cruz	9.20					Pt	103.855
						1	V. Marip.	9.80						
						1	V. OS&Y	0.90						

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, los parámetros mínimos requeridos son:

Tabla 3.47: Parámetros mínimos requeridos en el escenario TJA1-03

Presión requerida por el sistema	103.85	PSI
Caudal requerido por el sistema	366.70	GPM

Fuente: Elaboración Propia

Caso 2: Escenario TJA1-05/ Incendio en zona estanca de la bomba de transferencia

La lucha de este escenario se realizara desde el hidrante H-101, desde el cual se aplicará un chorro de solución agua – espuma de 60 GPM de caudal nominal a 100 psi.

A continuación se realiza el cálculo hidráulico para determinar los parámetros de operación del sistema.

Cálculo de Parámetros mínimos del sistema del tramo D-A.

- Tramo D – A

Tabla 3.48: Datos del tramo D – A/ escenario TJA1-05

Presion (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)		(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)
100	60	120	Ønom	6	1	Tubería	39.805	92.71	304.07
					6	Codo 90L	4.30		
					3	Codo 45	2.10		
			Øint	6.065	1	Tee o cruz	9.20		
					1	V. Marip.	9.80		
					2	V. OS&Y	0.90		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 60^{1.85}}{120^{1.85} \times 6.065^{4.87}} = 0.0002 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (Pf):

$$P_f = 0.0002 \times 302.70 = 0.059 \text{ psi}$$

- Presión de elevación (Ph):

$$P_h = 10^3 \times 9.81 \times 1 \times 0.000145038 = 1.42 \text{ psi}$$

- Presión total (PT):

$$P_T = 100 + 0.58 + 1.42 = 101.479 \text{ psi}$$

- Velocidad (V):

$$V = \frac{60 \times 3.785}{\frac{\pi}{4} \times (6.065 \times 0.0254)^2} = 0.20 \text{ m/s}$$

Tabla 3.49: Cuadro de resumen del Tramo D-A/ escenario TJA1-05

Tramo	C	Diámetro de tubería		Flujo acumulado	Velocidad	Accesorios			Longitud Total		ΔH	Resistencia por Fricción	Presión	
		(pulg)	(GPM)			(m/s)	(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)			(ft)	(m)
D - A	120	Ønom	6	60	0.203	1	Tubería	39.81	92.71	304.07	1.00	0.0002	Pi	100.00
						6	Codo 90L	4.30					Pf	0.059
						3	Codo 45	2.10					Ph	1.42
		1	Tee o cruz			9.20	Pt	101.479						
		1	V. Marip.			9.80								
		2	V. OS&Y			0.90								

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, los parámetros mínimos requeridos son:

Tabla 3.50: Parámetros mínimos requeridos en el escenario TJA1-05

Presión requerida por el sistema	101.478	PSI
Caudal requerido por el sistema	60	GPM

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Caso 3: Escenario TJA1-07/09 Incendio en dique estanco de tanques de almacenamiento**

Cálculo de Parámetros mínimos del sistema del tramo E-A.

• **Tramo E – B**

Tabla 3.51: Datos del tramo E – B/ escenario TJA1-07/09

Presion (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)		(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)
100	225	120	Ønom	6	1	Tuberia	80.00	102.30	335.54
					4	Codo 90L	4.30		
					2	Codo 45	2.10		
			Øint	6.065	0	Tee o cruz	0.00		
					0	V. Marip.	0.00		
					1	V. OS&Y	0.90		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times 225^{1.85}}{120^{1.85} \times 6.065^{4.87}} = 0.00223 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (Pf):

$$P_f = 0.00223 \times 335.54 = 0.747 \text{ psi}$$

- Presión de elevación (Ph):

$$P_h = 10^3 \times 9.81 \times 2 \times 0.000145038 = 2.84 \text{ psi}$$

- Presión total (PT):

$$P_T = 100 + 0.747 + 2.84 = 103.59 \text{ psi}$$

- Velocidad (V):

$$V = \frac{\frac{225 \times 3.785}{60000}}{\frac{\pi}{4} \times (6.065 \times 0.0254)^2} = 0.762 \text{ m/s}$$

- Caudal que ingresa al tramo B-A

$$Q = Q_E + Q_{TQA} \text{ (al activarse el sistema de diluvio del TQA)}$$

$$Q = 225 + 107.07 = 332.07 \text{ psi}$$

- **Tramo B – A**

Tabla 3.52: Datos del tramo B – A/ escenario TJA1-07/09

Presion (psi)	Caudal (GPM)	C	Diámetro de tubería		Accesorios			Longitud Total	
			(pulg)		(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)
103.59	332.07	120	Ønom	6	1	Tubería	2.00	43.30	142.02
					4	Codo 90L	4.30		
					2	Codo 45	2.10		
			Øint	6.065	1	Tee o cruz	9.20		
					1	V. CH	9.8		
					1	V. OS&Y	0.90		

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo:

- Resistencia por Fricción (P):

$$P = \frac{4.52 \times (332.07)^{1.85}}{120^{1.85} \times 6.065^{4.87}} = 0.00458 \frac{\text{psi}}{\text{ft}}$$

- Perdida por fricción (Pf):

$$P_f = 0.00458 \times 142.02 = 0.650 \text{ psi}$$

- Presión de elevación (Ph):

$$P_h = 10^3 \times 9.81 \times 0 \times 0.000145038 = 0 \text{ psi}$$

- Presión total (PT):

$$P_T = 103.59 + 0.65 = 104.24 \text{ psi}$$

- Velocidad (V):

$$V = \frac{\frac{332.07 \times 3.785}{60000}}{\frac{\pi}{4} \times (6.065 \times 0.0254)^2} = 1.124 \text{ m/s}$$

Tabla 3.53: Cuadro de resumen del Tramo E-A del escenario TJA1-07/09

Tramo	C	Diámetro de tubería		Flujo acumulado (GPM)	Velocidad (m/s)	Accesorios			Longitud Total		ΔH (m)	Resistencia por Fricción (psi/ft)	Presión	
		(pulg)				(Und.)	(Tipo)	L equi. (m)	(m)	(ft)			(psi)	
E - B	120	\varnothing_{nom}	6	225	0.762	1	Tubería	80.00	102.30	335.54	2.00	0.0022	Pi	100.00
						4	Codo 90L	4.30					Pf	0.747
						2	Codo 45	2.10					Ph	2.84
		0	Tee o cruz			0.00	Pt	103.587						
		0	V. Marip.			0.00								
		1	V. OS&Y			0.90								
B-A	120	\varnothing_{nom}	6	332.07	1.124	1	Tubería	2.00	43.30	142.02	0.00	0.0046	Pi	103.59
						4	Codo 90L	4.30					Pf	0.650
						2	Codo 45	2.10					Ph	0.00
		1	Tee o cruz			9.20	Pt	104.237						
		1	V. Marip.			9.80								
		1	V. OS&Y			0.90								

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, los parámetros mínimos requeridos son:

Tabla 3.54: Parámetros mínimos requeridos en el escenario TJA1-07/09

Presión requerida por el sistema	104.24	PSI
Caudal requerido por el sistema	332.07	GPM

Fuente: Elaboración Propia

Resultados – Sistema de Bombeo y Concentrado de Espuma

- **Parámetros de mínimos requeridos en cada escenario**

Tabla 3.55: Resumen de Parámetros requeridos en cada escenario

	CASO 1	CASO 2	CASO 3	SELECC.	
	TJA1-03	TJA1-05	TJA1-07/09		
Presión requerida por el sistema	103.85	101.48	104.24	104.24	PSI
Caudal requerido por el sistema	366.7	60	332.07	366.7	GPM

Fuente: Elaboración Propia

- **Volumen de agua y espuma requerido en cada escenario**

Para el escenario TJA1-03: El volumen de agua se determinará al sumar los resultados obtenidos en las tablas 12 y tablas 45

Para el escenario TJA1-05: El volumen de agua se determinará del resultado obtenido en la tabla 14

Para el escenario TJA1-07/09: El volumen de agua se determinará al sumar los resultados obtenidos en las tablas 16 y tablas 46

Tabla 3.56: Resumen del volumen de agua y espuma requerida en cada caso

	CASO 1	CASO 2	CASO 3	SELECC.	
	TJA1-03	TJA1-05	TJA1-07/09		
Reserva de Agua requerida	62698.94	1746	32243.44	62698.94	Gal
Reserva de Concentrado de Espuma requerida	108	54	202.5	202.5	Gal

Fuente: Elaboración Propia

- **Selección del Equipo de Bombeo**

Estas son las características mínimas que debe cumplir la bomba contra incendio.

Bomba Contra Incendio

Tabla 3.57: Parámetros para selección de Bomba Contra Incendio

CAUDAL (gpm)	PRESION (psi)
366.7	104.24

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.58: Característica de la Bomba contra Incendio Seleccionada

MOTOBOMBA DE AGUA CONTRA INCENDIO	
Caudal nominal	500 GPM
Presión nominal	150 PSI
Combustible	Diésel
Listado / Aprobado	UL / FM

Fuente: Elaboración propia

Bomba Jockey

Para la selección de la bomba Jockey, se deberá tomara las consideraciones de la NFPA 20.

Presión mínima requerida de la bomba Jockey

$$P_{\text{min.jockey}} = 150 \text{ psi} + 10 \text{ psi} = 160 \text{ psi}$$

Caudal mínima requerida de la bomba Jockey

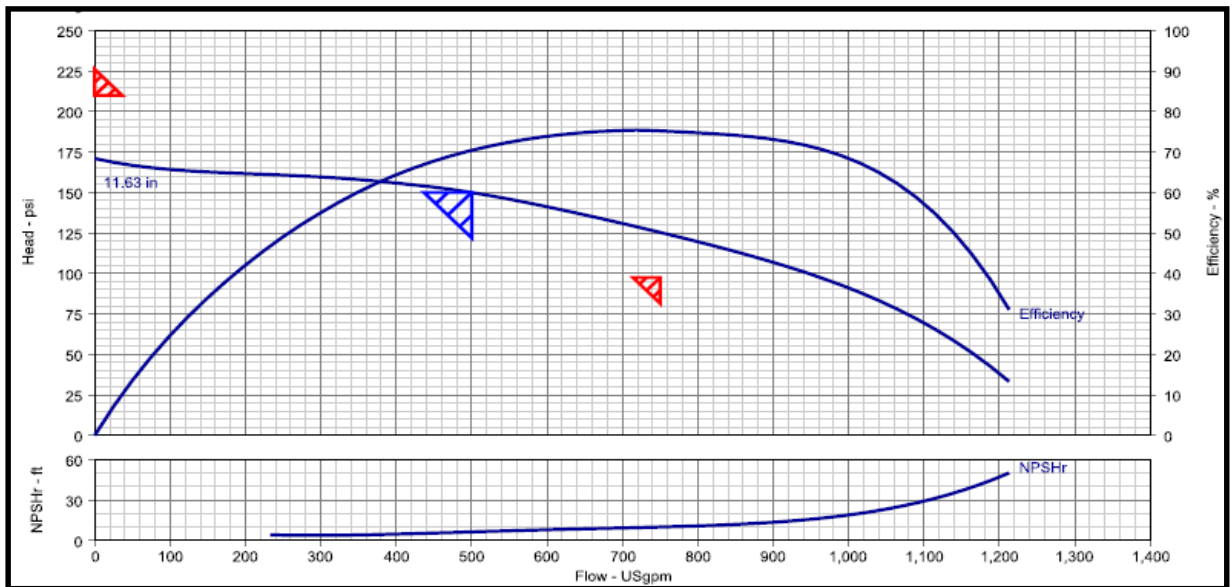
$$Q_{\text{min.jockey}} = 1\% \times 500 \text{ gpm} = 5 \text{ gpm}$$

Tabla 3.59: Característica de la Bomba Jockey Seleccionada

ELECTROBOMBA JOCKEY DE AGUA CONTRA INCENDIO	
Caudal nominal	5 GPM
Presión nominal	160 PSI

Fuente: Ficha técnica de bomba eléctrica marca GRUNDFOS

Figura 3.14: Curva característica de la bomba contra incendio seleccionada



Fuente: Ficha técnica de la bomba SPP Pumps

Fotografías del Sistema Contra Incendio Instalado

Figura 3.15: Patio de bomba del Sistema Contra Incendio



Fuente: fotografía propia

Figura 3.16: Sistema de Diluvio del tanque de agua 100-TK-101



Fuente: fotografía propia

Figura 3.17: Sistema de Diluvio del tanque de los tanque 1 y 2 de combustibles



Fuente: fotografía propia

Figura 3.18: Manifold de los Sistemas de Diluvio



Fuente: fotografía propia

Figura 3.19: Monitor Hidrante y Totem de concentrado de espuma



Fuente: fotografía propia

Figura 3.20: Hidrante



Fuente: fotografía propia

3.2 Evaluación Técnica – Económico

El beneficio de este proyecto se mide en función de su contribución para generar bienestar y seguridad física y mental para la humanidad. Desde este punto de vista, la preservación de recursos humanos, animales y ambientales podría ser una cuestión vinculada con los valores éticos y morales de las autoridades encargadas de hacer cumplir las leyes sobre sistemas de seguridad contra incendio.

Para esta evaluación, se debe recopilar y revisar los gastos y costos producidos en todo el proyecto, teniendo en cuenta que estos valores pueden cambiar, dependiendo de los procesos inflacionarios propios de cada país.

- Gastos de Dirección y Diseño

Tabla 3.60: Costo del personal administrativo

DESCRIPCION	HORAS	S./ H	VALOR (S./)
Dirección General	48	S/ 105.00	S/ 5,040.00
Gerente de Proyecto	816	S/ 45.00	S/ 36,720.00
Supervisor	768	S/ 23.00	S/ 17,664.00
Coordinador	768	S/ 15.00	S/ 11,520.00
SUB TOTAL			S/ 70,944.00

Fuente: Elaboración Propia

- Gastos Administrativos

Tabla 3.61: Costo del personal administrativo

DESCRIPCION	VALOR (S./)
Consumibles (papel, tinte, impresiones, etc)	S/ 300.00
Herramientas (computadoras, impresora, etc)	S/ 1,500.00
Servicios Básicos	S/ 1,600.00
Transporte, Alimentación	S/ 3,150.00
Libros, Documentos, Software, etc	S/ 300.00
Internet.	S/ 600.00
SUB TOTAL	S/ 7,450.00

Fuente: Elaboración Propia

El costo total de inversión durante el proyecto asciende a un total de S./78,394.00

3.3 Análisis de resultados

El presente informe al tratarse de un proyecto de seguridad Industrial específicamente en Sistemas Contra Incendios no contribuye en las ventas y/o servicios que generen utilidad a la empresa, por tal motivo no se realizó en análisis de rentabilidad del valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

La necesidad de implementación de un Sistema Contra Incendio se basa en la protección de los bienes tangibles de la empresa; basándose en el estudio realizado por el Ing. Cesar De La Cruz referente al “Proyecto de Investigación de “Diseño y Montaje de La Planta de Abastecimiento de Combustible de Aviación en el Aeropuerto Internacional Padre Aldamiz de la Ciudad de Puerto Maldonado”, menciona que el costo de inversión por la construcción de la planta asciende a \$ 460,038.40.

De los resultados obtenidos para la selección de la bomba contra incendio se optó por una bomba con capacidad superior a los valores estimados; debido a que la empresa cuenta con un proyecto de ampliación en la capacidad de almacenamiento de combustibles, incluyendo un nuevo tanque, este mismo requerirá de un diseño hidráulico el cual será suministrado por la bomba contra incendio seleccionada.

El volumen de concentrado de espuma obtenido es el mínimo necesario para proteger ante un eventual escenario de incendio del mayor riesgo posible; sin embargo se debe de contar con una reserva de concentrado de espuma, equivalente al volumen calculado.

IV DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En un escenario de incendio la activación del sistema para el enfriamiento de los tanques expuestos a la radiación térmica se daría manualmente apresurándose la válvula seccionadora para el ingreso del agua; sin embargo esto mejoraría instalando sensores de calor con activación automática y así reducir el tiempo de acción.

La implementación de un sistema automático a toda la planta mejoraría sustancialmente los resultados de acción ante un incendio, pero la inversión superaría los costos de inversión tanto en la compra de material, instalación y mantenimiento.

4.2. Conclusiones

- Se logró realizar el diseño hidráulico del sistema contra incendio determinando los parámetros de operación para la selección de la bomba y cumplir con los parámetros requeridos por cada sistema de agua y espuma, garantizando así la seguridad a la vida de los operadores y la infraestructura de la Planta.
- Se logró calcular la cantidad de aspersores para los tanques horizontales que almacenan Turbo Jet A1 denominados “Tanque 1” y “Tanque 2” los cuales tendrán un total de 14 aspersores por tanque con un coeficiente de descarga $K: 3.2 \text{ GPM/ Psi}^{0.5}$ y ángulo de pulverización de 110° y 140° .
Para el tanque que almacena agua denominado “100-TK-101”, se calculó un total de 6 aspersores con coeficiente de descarga $K: 3.2 \text{ GPM/ Psi}^{0.5}$ y ángulo de pulverización de 110°
- El resultado obtenido del cálculo hidráulico para determinar los parámetros de operación en el manifold de agua, requiere de una presión mínima de 54 psi y un caudal mínimo de 246.70 GPM para poder abastecer a cualquiera de los tres sistemas de enfriamiento.

- Se tomó como base de estudio cuatro escenarios de incendio extraídos del Estudio de Riesgo de la Planta, determinándose los parámetros de operación en cada escenario:
 - Para el escenario TJA1-03: La presión y caudal requerida por el sistema de bombeo para combatir este escenario es 103.82 psi y 366.70 GPM, activando el sistema de diluvio para el enfriamiento del tanque 1 y el monitor hidrante mediante espuma portátil con boquilla autoeductora de caudal regulable para extinguir el fuego.
 - Para el escenario TJA1-05: La presión y caudal requerida por el sistema de bombeo para combatir este escenario es de 101.48 psi y 60 GPM, alimentado la red de agua para el Hidrante que se encuentra conectado a una boquilla autoeductora, aplicando así un chorro de solución de agua - espuma a 60 GPM para extinguir el fuego.
 - Para el escenario TJA1-07 y TJA-09: La presión y caudal requerida por el sistema de bombeo es de 104.24 psi y 332.07 GPM, activando el sistema de diluvio para el enfriamiento del tanque de agua “100-TK-101” y el Hidrante Monitor mediante espuma portátil con un lanzador de espuma para extinguir el fuego.
- Tomando como base los resultados obtenidos en el cálculo hidráulico para cada escenario de incendio, es necesario que la Planta almacene como mínimo 62,700 gal. de agua y 405 gal. de concentrado de espuma para combatir el mayor riesgo de incendio.
- Comparando los resultados obtenidos en cada escenario de incendio se determinó que el sistema de bombeo requiere de una presión y caudal mínimo de 104.24 psi y 366.7 gpm. Este resultado dio a la selección de la bomba contra incendio, teniendo un caudal nominal de 500 GPM y una presión de nominal 150 psi.

V RECOMENDACIONES

- Verificar que todos los equipos y accesorios a ser instalados en el Sistema Contra Incendio de la Planta Herco Combustibles, deban ser listados por Underwriter Laboratories Inc. (UL) y/o aprobados FM GLOBAL.
- Verificar que la velocidad máxima del flujo de agua no supere los 6 m/s, debido a que esto generaría sobrepresiones por golpe de ariete al cierre de alguna de las válvulas del sistema cuando este se encuentre en operación. Así mismo mantener una velocidad inferior a los 6 m/s ayuda al Sistema Contra Incendio disminuir las pérdidas hidráulicas.
- Los equipos de medición que serán implementados en el sistema contra incendio (manómetros, tacómetro, etc) deberán estar calibrados y certificados por un laboratorio acreditado ante INACAL.
- Se recomienda que el concentrado de espuma y los equipos que formen la solución de espuma sean de la misma marca, a fin de garantizar el correcto funcionamiento del sistema.
- Culinada la instalación del Sistema Contra Incendio, realizar pruebas pre operativas según lo establecido en la NFPA y verificar que el sistema cumpla con los parámetros mínimos para abastecer agua y espuma ante el mayor riesgo de incendio que pueda ocurrir en la Planta.

VI BIBLIOGRAFÍA

- ACOOSTUPA Quispe, Raphael. ***Dimensionamiento de Aspersores y Cámaras de Espuma para el Sistema Contra Incendio del Tanque N°68 de refinería Conchán en base a la norma NFPA.*** Trabajo de Suficiencia Profesional para obtención de Título Profesional. Lima: Universidad Nacional de Tecnológica de Lima Sur, 2018.
Disponible en: <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/506>
- ASOCIACIÓN Nacional de Protección Contra Incendio. ***NFPA 11: Norma para espuma de baja, media y alta expansión.*** Masshachusetts, 2016.
Disponible en: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=11>
- ASOCIACIÓN Nacional de Protección Contra Incendio. ***NFPA 15: Norma para Sistemas Fijos de Aspersores de agua para Protección Contra Incendio.*** Masshachusetts, 2016.
Disponible en: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=15>
- ASOCIACIÓN Nacional de Protección Contra Incendio. ***NFPA 20: Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección Contra Incendios.*** Masshachusetts, 2016.
Disponible en: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=20>
- ASOCIACIÓN Nacional de Protección Contra Incendio. ***NFPA 24: Norma para la Instalación de Tuberías para Servicio Privado y sus Accesorios.*** Masshachusetts, 2016.
Disponible en: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=24>

- ASOCIACIÓN Nacional de Protección Contra Incendio. **NFPA 30: Código de Líquidos inflamables y Combustibles**. Massachusetts, 2016.
Disponible en: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=30>
- ASOCIACIÓN Nacional de Protección Contra Incendio. **NFPA 170: Norma para Símbolos de Emergencia y Seguridad Contra Incendio**. Massachusetts, 2016.
Disponible en: <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=170>
- DE LA CRUZ Martínez, Cesar. **Diseño y Montaje de la Planta de Abastecimiento de Combustibles de aviación en el Aeropuerto Internacional Padre Aldámiz de la ciudad de Puerto Maldonado**. Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional para obtención de Título Profesional. Lima: Universidad Nacional del Callao, 2019.
Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/5263>
- D.S. N°032-2002-EM. **Glosario, siglas y abreviaturas del sector Hidrocarburos**. Diario Oficial EL Peruano, Lima, Perú, 23 de octubre de 2002.
- D.S. N°043-2007-EM. **Reglamento de Seguridad para las Actividades de Hidrocarburos y Modifican las Diversas Disposiciones**. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 22 de agosto de 2007.
- D.S. N°052-93-EM. **Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos**. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 18 de noviembre de 1993.

- MENDOZA Bruno, Lesly. ***Diseño Hidráulico de un Sistema de Protección Contra Incendio para el patio de tanques de almacenamiento de Diésel B5 – Unidad Minera Toquepala.*** Tesis para optar el Título Profesional. Lima: Universidad Nacional del Callao, 2014.
Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/340>
- STORCH DE GRACIA, J.M. ***Manual de seguridad industrial en plantas químicas y petroleras: fundamentos, evaluación de riesgos y diseño.*** Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España S.A U., 1998.
ISBN: 978-84-481-2056-6.

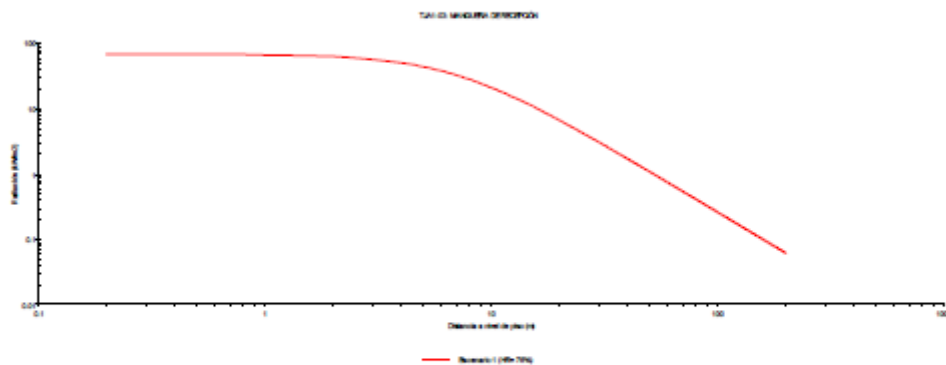
ANEXO

ANEXO 1: Simulaciones de Incendio – Estudio de Riesgo de la Planta



Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)
Gráfica de radiación contra distancia

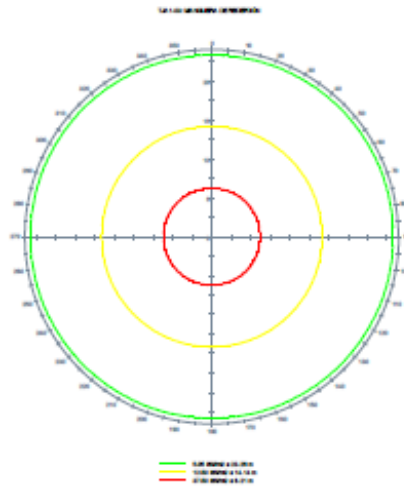
TÍTULO DEL MODELO			
TJA1-03: MANGUERA DE RECEPCIÓN			
DESCRIPCIÓN			
POOL FIRE POR DERRAME DE TURBO A1 EN LA ZONA ESTANCA DE RECEPCIÓN DEBIDO A LA ROTURA TOTAL DE LA MANGUERA DE RECEPCIÓN			
INSTALACIÓN: PLANTA HERCO PUERTO MALDONADO			
EQUIPO : MANGUERA DE RECEPCIÓN			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión			43000.00 kJ/kg
Temp. de ebullición			573.0 K (299.9 °C)
Tasa de combustión			0.054 kg/m ² s
Fración de energía radiada			0.4
Temperatura ambiente			305.0 K (31.8 °C)
Humedad relativa			76.0 %
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Longitud del área			10.00 m
Ancho del área			5.56 m
Área del derrame			55.60 m ²
Altura de la base del fuego			0.00 m
Tasa de combustión total			3.00 kg/s
Altura de flama			13.87 m





Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)
Gráfica de distancias de afectación

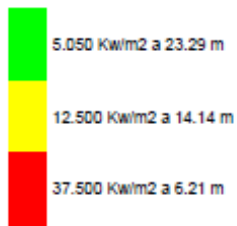
TÍTULO DEL MODELO			
TJA1-03: MANGUERA DE RECEPCIÓN			
DESCRIPCIÓN			
POOL FIRE POR DERRAME DE TURBO A1 EN LA ZONA ESTANCA DE RECEPCIÓN DEBIDO A LA ROTURA TOTAL DE LA MANGUERA DE RECEPCIÓN			
INSTALACIÓN: PLANTA HERCO PUERTO MALDONADO			
EQUIPO : MANGUERA DE RECEPCIÓN			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión			43000.00 kJ/kg
Temp. de ebullición			573.0 K (299.9 °C)
Tasa de combustión			0.054 kg/m ² s
Fracción de energía radiada			0.4
Temperatura ambiente			305.0 K (31.8 °C)
Humedad relativa			76.0 %
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Longitud del área			10.00 m
Ancho del área			5.56 m
Área del derrame			55.60 m ²
Altura de la base del fuego			0.00 m
Tasa de combustión total			3.00 kg/s
Altura de flama			13.87 m



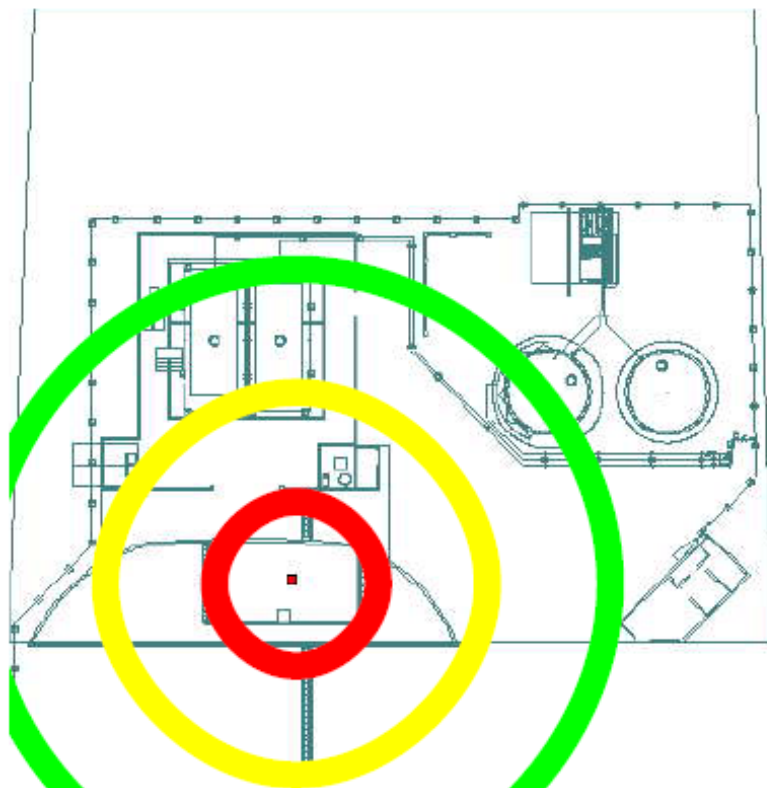


Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)
Proyección en el área

TÍTULO DEL MODELO			
TJA1-03: MANGUERA DE RECEPCIÓN			
DESCRIPCIÓN			
POOL FIRE POR DERRAME DE TURBO A1 EN LA ZONA ESTANCA DE RECEPCIÓN DEBIDO A LA ROTURA TOTAL DE LA MANGUERA DE RECEPCIÓN			
INSTALACIÓN: PLANTA HERCO PUERTO MALDONADO			
EQUIPO : MANGUERA DE RECEPCIÓN			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3



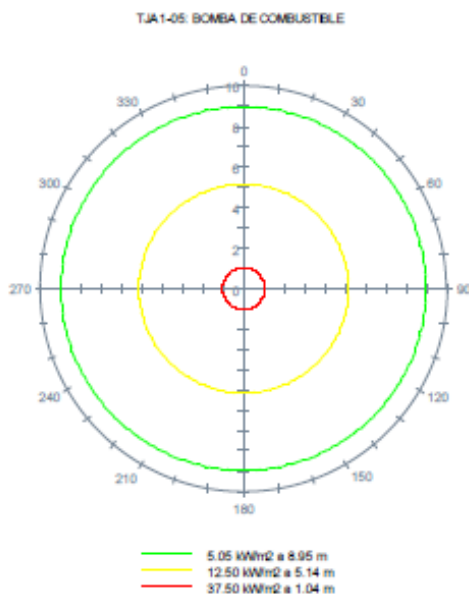
X mínima = -21.30
X máxima = 35.98
Y máxima = 42.75
Y mínima = -14.54





Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)
Gráfica de distancias de afectación

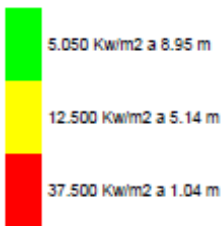
TÍTULO DEL MODELO	
TJA1-05: BOMBA DE COMBUSTIBLE	
DESCRIPCIÓN	
POOL FIRE POR DERRAME DE TURBO A1 EN LA ZONA ESTANCA DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA, DEBIDO A LA FALLA CATASTRÓFICA DE LA MISMA.	
INSTALACIÓN: PLANTA HERCO PUERTO MALDONADO	
EQUIPO : BOMBA DE TRANSFERENCIA	
DATOS DE LA SUSTANCIA	
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACION
No. CAS	70892-10-3
PARÁMETROS DE ENTRADA	
Calor de combustión	43000.00 kJ/kg
Temp. de ebullición	573.0 K (299.9 °C)
Tasa de combustión	0.054 kg/m ² s
Fración de energía radiada	0.4
Temperatura ambiente	305.0 K (31.8 °C)
Humedad relativa	76.0 %
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO	
Longitud del área	2.55 m
Ancho del área	3.15 m
Área del derrame	8.03 m ²
Altura de la base del fuego	0.00 m
Tasa de combustión total	0.43 kg/s
Altura de flama	7.08 m



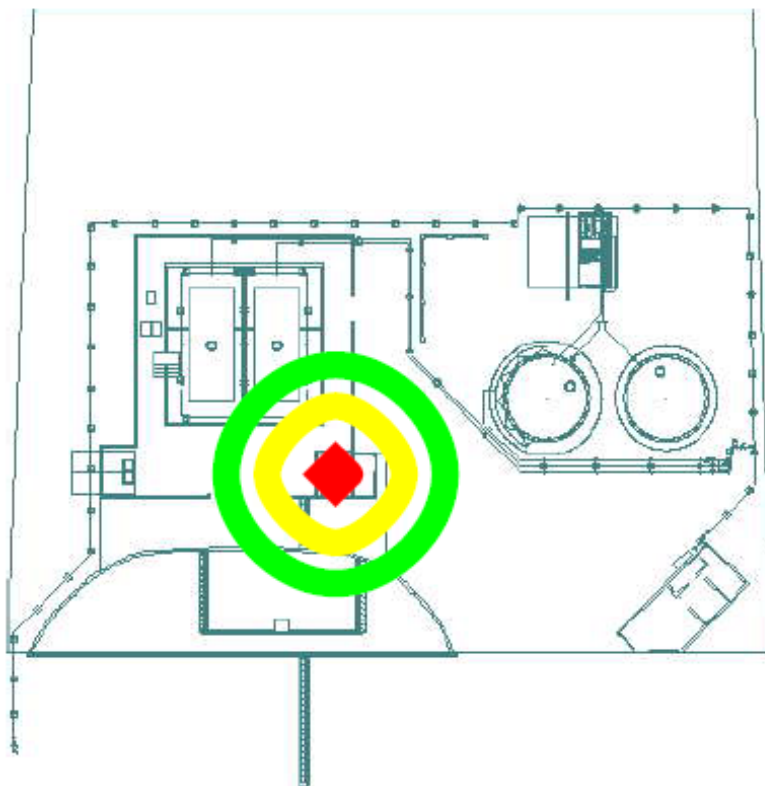


Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)
Proyección en el área

TITULO DEL MODELO			
TJA1-05: BOMBA DE COMBUSTIBLE			
DESCRIPCIÓN			
POOL FIRE POR DERRAME DE TURBO A1 EN LA ZONA ESTANCA DE LA BOMBA DE TRANSFERENCIA, DEBIDO A LA FALLA CATASTRÓFICA DE LA MISMA.			
INSTALACIÓN: PLANTA HERCO PUERTO MALDONADO			
EQUIPO : BOMBA DE TRANSFERENCIA			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3



X mínima = -24.63
X máxima = 32.66
Y máxima = 34.18
Y mínima = -23.10

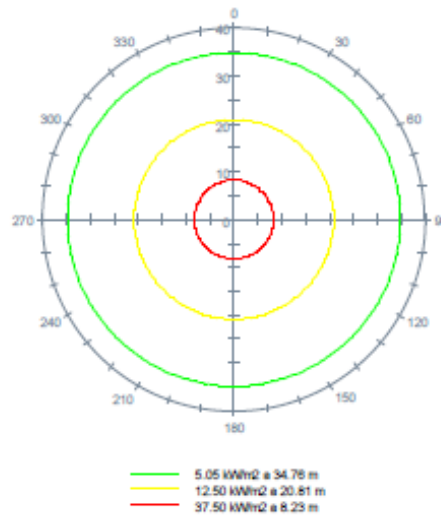




Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)
Gráfica de distancias de afectación

TÍTULO DEL MODELO			
TJA1-07: TUBERÍA DE CARGA A TANQUES			
DESCRIPCIÓN			
INCENDIO DE TIPO POOL FIRE CON CONFINAMIENTO, POR FUGA DURANTE LA ROTURA TOTAL EN LA TUBERÍA DE CARGA AL TANQUE			
CAUDAL DE FUGA: 290 GPM, DIAMETRO DE TUBERÍA: 100mm, CANTIDAD MAXIMA LIBERADA: 580 GAL. TIEMPO DE FUGA: 120			
INSTALACIÓN: DIQUE.			
EQUIPO : TUBERÍA.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión			43000.00 kJ/kg
Temp. de ebullición			573.0 K (299.9 °C)
Tasa de combustión			0.054 kg/m ² s
Fración de energía radiada			0.4
Temperatura ambiente			305.0 K (31.8 °C)
Humedad relativa			76.0 %
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Longitud del área			11.40 m
Ancho del área			11.45 m
Área del derrame			130.53 m ²
Altura de la base del fuego			2.00 m
Tasa de combustión total			7.05 kg/s
Altura de flama			18.66 m

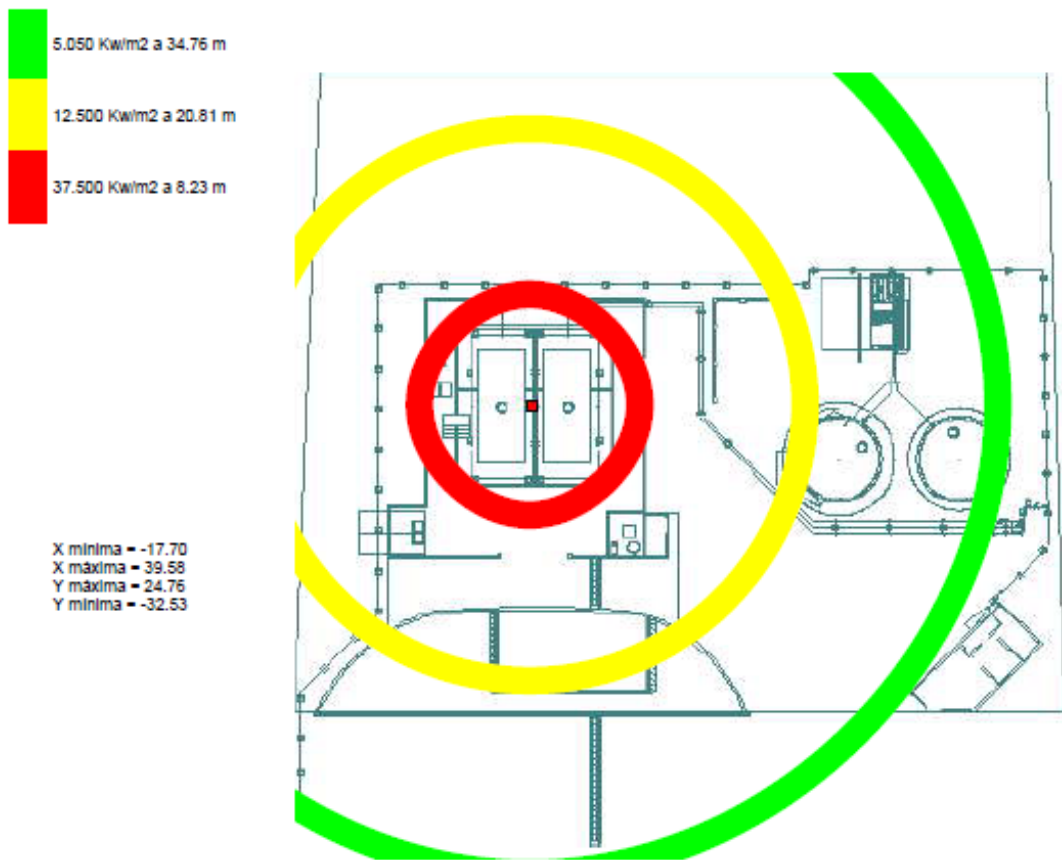
TJA1-07: TUBERÍA DE CARGA A TANQUES





Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)
Proyección en el área

TÍTULO DEL MODELO			
TJA1-07: TUBERÍA DE CARGA A TANQUES			
DESCRIPCIÓN			
INCENDIO DE TIPO POOL FIRE CON CONFINAMIENTO, POR FUGA DURANTE LA ROTURA TOTAL EN LA TUBERÍA DE CARGA AL TANQUE			
CAUDAL DE FUGA: 290 GPM, DIAMETRO DE TUBERÍA: 100mm, CANTIDAD MAXIMA LIBERADA: 580 GAL. TIEMPO DE FUGA: 120			
INSTALACIÓN: DIQUE.			
EQUIPO : TUBERÍA.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3

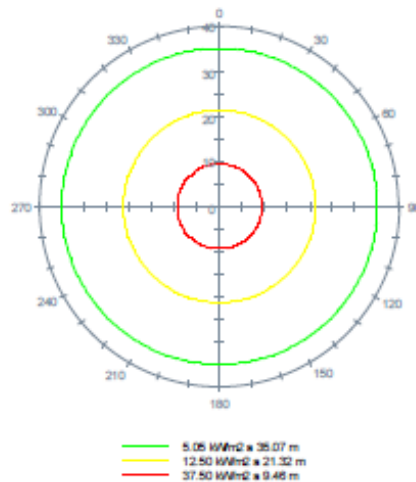




Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)
Gráfica de distancias de afectación

TÍTULO DEL MODELO			
TJA1-09: TANQUES DE ALMACENAMIENTO			
DESCRIPCIÓN			
INCENDIO DE TIPO POOL FIRE CON CONFINAMIENTO, EN DIQUE QUE ALBERGA DOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE TIPO HORIZONTAL DE 20 000 GALONES CADA UNO.			
ÁREA DE DERRAME: 130.53 m ² CANTIDAD MÁXIMA LIBERADA: 75 m ³ .			
INSTALACIÓN: DIQUE. EQUIPO : TANQUE.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3
PARÁMETROS DE ENTRADA			
Calor de combustión		43000.00 kJ/kg	
Temp. de ebullición		573.0 K (299.9 °C)	
Tasa de combustión		0.054 kg/m ² s	
Fración de energía radiada		0.4	
Temperatura ambiente		305.0 K (31.8 °C)	
Humedad relativa		76.0 %	
CARACTERÍSTICAS DEL FUEGO			
Longitud del área		11.40 m	
Ancho del área		11.45 m	
Área del derrame		130.53 m ²	
Altura de la base del fuego		1.00 m	
Tasa de combustión total		7.05 kg/s	
Altura de flama		18.66 m	

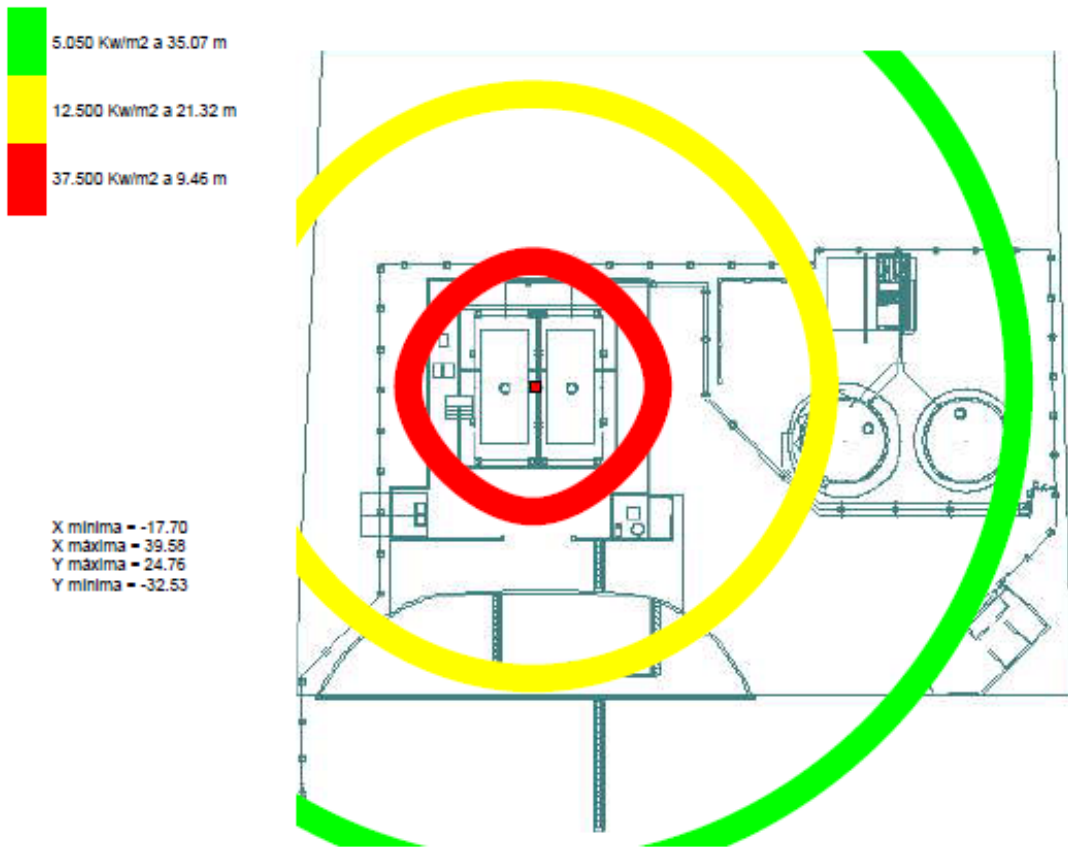
TJA1-09: TANQUES DE ALMACENAMIENTO





Modelo de radiación térmica por fuego en un derrame (POOLFIRE)
Proyección en el área

TÍTULO DEL MODELO			
TJA1-09: TANQUES DE ALMACENAMIENTO			
DESCRIPCIÓN			
INCENDIO DE TIPO POOL FIRE CON CONFINAMIENTO, EN DIQUE QUE ALBERGA DOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE TIPO HORIZONTAL DE 20 000 GALONES CADA UNO.			
ÁREA DE DERRAME: 130.53 m ² CANTIDAD MÁXIMA LIBERADA: 75 m ³ .			
INSTALACIÓN: DIQUE.			
EQUIPO : TANQUE.			
DATOS DE LA SUSTANCIA			
Nombre	COMBUSTIBLE DE AVIACIÓN	No. CAS	70892-10-3



ANEXO 2: Hoja de Seguridad del Turbo Jet A-1, REPSOL

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

(Conforme al D.S. 026-94-EM)

TURBO A-1

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO		
Empresa: REFINERÍA LA PAMPILLA S.A. Dirección: Casilla Postal 10245 Km. 25 Carretera a ventanilla. Lima-1 Tel# (51-1) 517-2021 (51-1) 517-2022 Fax# (51-1) 517-2026	Nombre comercial: TURBO A-1	
	Nombre químico: Kerosene tratado.	
	Sinónimos: Combustible para turbina.	
Fórmula: Mezcla compleja de hidrocarburos.	N° CAS: 64742-81-0	
N° CE (EINECS):	N° Anexo I (Dir. 67/548/CEE):	

2. COMPOSICIÓN			
Composición general: Combinación compleja de hidrocarburos que se obtiene por la destilación del petróleo, compuesta de hidrocarburos con un número de carbonos en su mayor parte dentro del intervalo C ₉ a C ₁₆ y con un intervalo de ebullición aproximado de 153 °C a 300 °C.			
Componentes peligrosos	Rango %	Clasificación	
		R	S
Kerosene tratado	100	R10 Xi; R38 Xn; R65 N; R51/53	(2)-23-24-43-61-62

3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	
FÍSICO/QUÍMICOS	TOXICOLÓGICOS (SÍNTOMAS)
Líquido inflamable.	Inhalación: La exposición prolongada y repetida a altas concentraciones de vapor irrita las vías respiratorias y puede producir náuseas, dolor de cabeza, vómitos y tener efectos anestésicos. Ingestión/Aspiración: Irritación del aparato digestivo, náuseas y vómitos. La aspiración a los pulmones puede causar edema pulmonar, hemorragias e incluso la muerte. Contacto piel/ojos: El contacto prolongado y repetido puede producir irritación, escozor y dermatitis. La exposición repetida a vapores o al líquido puede causar irritación. Efectos tóxicos generales: Irritación por contacto con la piel. Si se ingiere puede causar daño pulmonar. Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.
Combustible por encima de su punto de inflamación.	
Los vapores forman mezclas explosivas con el aire.	
Los vapores de queroseno desplazan el oxígeno del aire, creando peligro de asfixia.	
Los vapores son más pesados que el aire y pueden viajar hasta fuentes remotas de ignición e inflamarse.	

4. PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación: Trasladar al afectado a una zona de aire fresco. Si la respiración es dificultosa practicar respiración artificial o aplicar oxígeno. Solicitar asistencia médica.
Ingestión/Aspiración: NO INDUCIR EL VÓMITO para evitar la aspiración hacia los pulmones. Solicitar asistencia médica urgente.
Contacto piel/ojos: Quitar inmediatamente la ropa impregnada. Lavar las partes afectadas con agua y jabón. En caso de contacto con los ojos, lavar abundantemente con agua durante unos 15 minutos. Solicitar asistencia médica.
Medidas generales: Solicitar asistencia médica.

5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Medidas de extinción: Agua pulverizada, espuma, polvo químico. NO UTILIZAR NUNCA CHORRO DE AGUA DIRECTO.
Contraindicaciones: NP
Productos de combustión: CO ₂ , H ₂ O, CO (en caso de combustión incompleta), hidrocarburos inquemados.
Medidas especiales: Mantener alejados de la zona de fuego los recipientes con producto. Enfriar los recipientes expuestos a las llamas. Si no se puede extinguir el incendio dejar que se consuma controladamente. Consultar y aplicar planes de emergencia en el caso de que existan.
Peligros especiales: Material inflamable y combustible. Se puede inflamar con calor, llamas, chispas o electricidad estática. Los vapores son más pesados que el aire y en su desplazamiento pueden alcanzar fuentes de ignición alejadas e inflamarse. Los contenedores pueden explotar en las proximidades de fuego por exceso de calor.
Equipos de protección: Prendas para lucha contra incendios resistentes al calor. Cuando exista alta concentración de vapores o humos utilizar aparato de respiración autónoma.

6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

Precauciones para el medio ambiente: Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Los derrames forman una película sobre la superficie del agua impidiendo la transferencia de oxígeno.	Precauciones personales: Evitar el contacto prolongado con el producto y con ropas contaminadas. Permanecer fuera de la corriente de vapores emitidos y evitar la entrada en lugares confinados o depresiones del terreno donde se puedan almacenar los mismos. Cerrar todas las fuentes de ignición cercanas.
Detoxificación y limpieza: <u>Derrames pequeños:</u> Secar la superficie con materiales ignífugos y absorbentes. Depositar los residuos en contenedores cerrados para su posterior eliminación. <u>Derrames grandes:</u> Cubrir el derrame con espuma para evitar la formación de nube de vapores. Evitar la extensión del líquido con barreras y actuar de modo análogo a los derrames pequeños.	Protección personal: Guantes impermeables. Calzado de seguridad antiestático. Protección ocular en caso de riesgo de salpicaduras. Aparatos de respiración autónoma en alta concentración de vapores.

7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

Manipulación:

Precauciones generales: Disponer de un sistema de ventilación adecuado (consultar la normativa vigente) que impida la formación de vapores, neblinas o aerosoles. En el trasvase utilizar guantes y gafas de protección de salpicaduras accidentales. No fumar en las áreas de manipulación del producto. Eliminar todas las posibles fuentes de ignición del área de manejo y almacenamiento del material. Para el trasvase utilizar equipos conectados a tierra.

Condiciones específicas: Se deben emplear procedimientos especiales de limpieza y mantenimiento de los tanques para evitar la exposición a vapores y la asfixia (consultar códigos o manuales de seguridad existentes). Precaución en la distribución al por menor del producto.

Uso:

Almacenamiento:

Temperatura y productos de descomposición: A elevadas temperaturas se puede generar monóxido de carbono (gas tóxico) por combustión incompleta.

Reacciones peligrosas: Material inflamable y combustible.

Condiciones de almacenamiento: Guardar el producto en recipientes cerrados y etiquetados. Mantener los recipientes en lugar fresco y ventilado, alejados del calor y de fuentes de ignición. Mantener los recipientes conectados a tierra y alejados de oxidantes fuertes.

Materiales incompatibles: Oxidantes fuertes.

8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

Equipos de protección personal:

Protección respiratoria: Máscara de protección respiratoria en presencia de vapores o equipo autónomo en altas concentraciones.

Protección cutánea: Guantes impermeables de PVC. Calzado de seguridad antiestático.

Protección ocular: Protección ocular o pantalla facial frente a riesgos de salpicaduras. Lavavojos.

Otras protecciones: Duchas en el área de trabajo. Cremas protectoras para prevenir la irritación.

Precauciones generales: Evitar el contacto, la inhalación y la ingestión del producto.

Prácticas higiénicas en el trabajo: La ropa empapada debe ser mojada con abundante agua (preferentemente bajo la ducha) para evitar el riesgo de inflamación y ser retirada lo más rápidamente posible, fuera del radio de acción cualquier fuente de ignición. Seguir medidas de cuidado e higiene de la piel, lavando con agua y jabón frecuentemente y aplicando cremas protectoras.

Controles de exposición:

Umbral oloroso de detección: 0.1 - 1 ppm

TLV/TWA (ACGIH): 200 mg/m³

REL/TWA (NIOSH): 100 mg/m³

9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	
Aspecto: Líquido.	pH: NP
Color: Visual: Incolora.	Olor:
Punto de ebullición: 10%: 204 °C Máx. PFE: 300 °C Máx.	Punto de fusión/congelación:
Punto de inflamación/Inflamabilidad: 40 °C mín.	Autoinflamabilidad: 228 °C
Propiedades explosivas: Límite superior explosivo: 5% Límite inferior explosivo: 0.7%	Propiedades comburentes: NP
Presión de vapor: (Reid) 0.0 atm	Densidad: 0.775-0.830 g/cm ³ a 15° C
Tensión superficial: 47-49 dinas/cm a 25°C	Viscosidad: (a -20°C) 8 cSt máx
Densidad de vapor: 4.5 (aire: 1)	Coef. reparto (n-octanol/agua):
Hidrosolubilidad: Insoluble.	Solubilidad: En disolventes del petróleo.
Otros datos: Azufre: 0.3% máx. Punto vertido: -47 °C Calor de combustión: -42800 KJ/Kg Aromáticos totales: 22% máx. Punto de humo: 19 mín.	

10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD	
Estabilidad: Producto estable a temperatura ambiente. Inflamable y combustible.	Condiciones a evitar: Exposición a llamas, chispas o calor.
Incompatibilidades: Oxidantes fuertes.	
Productos de combustión/descomposición peligrosos: CO ₂ , H ₂ O, CO (en caso de combustión incompleta), hidrocarburos inquemados.	
Riesgo de polimerización: NP	Condiciones a evitar: NP

11. TOXICOLOGÍA	
Vías de entrada: Contacto con piel, ojos, inhalación e ingestión del producto.	
Efectos agudos y crónicos: La aspiración a los pulmones como consecuencia de la ingestión o el vómito, es muy peligrosa y conduce al rápido desarrollo de edema pulmonar pudiendo ser mortal. Los efectos crónicos a las exposiciones repetidas son irritaciones del tracto respiratorio, dermatitis, debilidad muscular, anemia, alteraciones de los linfocitos sanguíneos.	
Carcinogenicidad: Clasificación IARC: Grupo 3 (No clasificable en cuanto a su carcinogenicidad en el hombre).	
Toxicidad para la reproducción: No existen evidencias.	
Condiciones médicas agravadas por la exposición: Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas.	

12. INFORMACIONES ECOLÓGICAS

Forma y potencial contaminante:

Persistencia y degradabilidad: El material flota en agua y presenta un potencial de contaminación física elevado. Presenta un DBO del 53% en 5 días. Cuando se vierte al medio ambiente, se evaporan y fotooxidan los componentes más volátiles; la distribución medioambiental del resto se debe fundamentalmente a la adsorción al suelo y posterior biodegradación.

Movilidad/Bioacumulación: No presenta problemas de bioacumulación ni de incidencia en la cadena trófica alimenticia.

Efecto sobre el medio ambiente: El producto es tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

LL₅₀: 18 - 25 mg/l/96h (fish)

EL₅₀: 1.4 - 21 mg/l/48h (*Daphnia magna*)

13. CONSIDERACIONES SOBRE LA ELIMINACIÓN

Métodos de eliminación de la sustancia (excedentes): El queroseno se emplea como carburante y raramente se necesita eliminarlo.

Residuos: Líquidos y sólidos de procesos industriales u otros usos.

Eliminación: En vertederos controlados y mediante incineración. Se recomienda la combustión para eliminar residuos líquidos procedentes de vertidos y de la limpieza de tanques industriales. Los materiales absorbentes empleados para la recogida de derrames pueden incinerarse o depositarse en vertederos controlados. Remitirse a un gestor autorizado.

Manipulación: Los materiales contaminados por el producto presentan los mismos riesgos y necesitan las mismas precauciones que el producto y deben considerarse como residuo tóxico y peligroso. No desplazar nunca el producto a drenaje o alcantarillado.

Disposiciones: Los establecimientos y empresas que se dediquen a la recuperación, eliminación, recogida o transporte de residuos deberán cumplir la ley 27314, ley general de residuos sólidos, su reglamento D.S. 057-2004-PCM y las normas sectoriales y locales específicas y las disposiciones vigentes del D.S. 015-2006-EM relativo a la protección ambiental en las actividades de hidrocarburos u otras disposiciones en vigor.

14. TRANSPORTE

Precauciones especiales: Estable a temperatura ambiente y durante el transporte. Almacenar en lugares frescos y ventilados.

Información complementaria:

Número ONU: 1863

Número de identificación del peligro: 30

Nombre de expedición: COMBUSTIBLE PARA MOTORES DE

TURBINA DE AVIACIÓN

ADR/RID:

IATA-DGR Clase 3, Grupo de embalaje III

IMDG: Clase 3, Grupo de embalaje III.

15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

CLASIFICACIÓN ETIQUETADO

R10

Xn; R65

Xi; R38

N; R51/53

Símbolos: Xn, N

Frases R

R10: Inflamable.

R65: Nocivo: si se ingiere puede causar daño pulmonar.

R38: Irrita la piel.

R51/53: Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

Frases S

(S2): Manténgase fuera del alcance de los niños

S23: No respirar los vapores.

S24: Evítese el contacto con la piel.

S43: En caso de incendio utilizar agua pulverizada, espumas o polvo químico seco. No usar nunca chorro de agua a presión.

S61: Evítese su liberación al medio ambiente. Recíbense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.

S62: En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstresele la etiqueta o el envase.



Otras regulaciones:

16. OTRAS INFORMACIONES

Bases de datos consultadas

EINECS: European Inventory of Existing Commercial Substances.
TSCA: Toxic Substances Control Act, US Environmental Protection Agency
HSDB: US National Library of Medicine.
RTECS: US Dept. of Health & Human Services

Frases R incluidas en el documento:

Normativa consultada

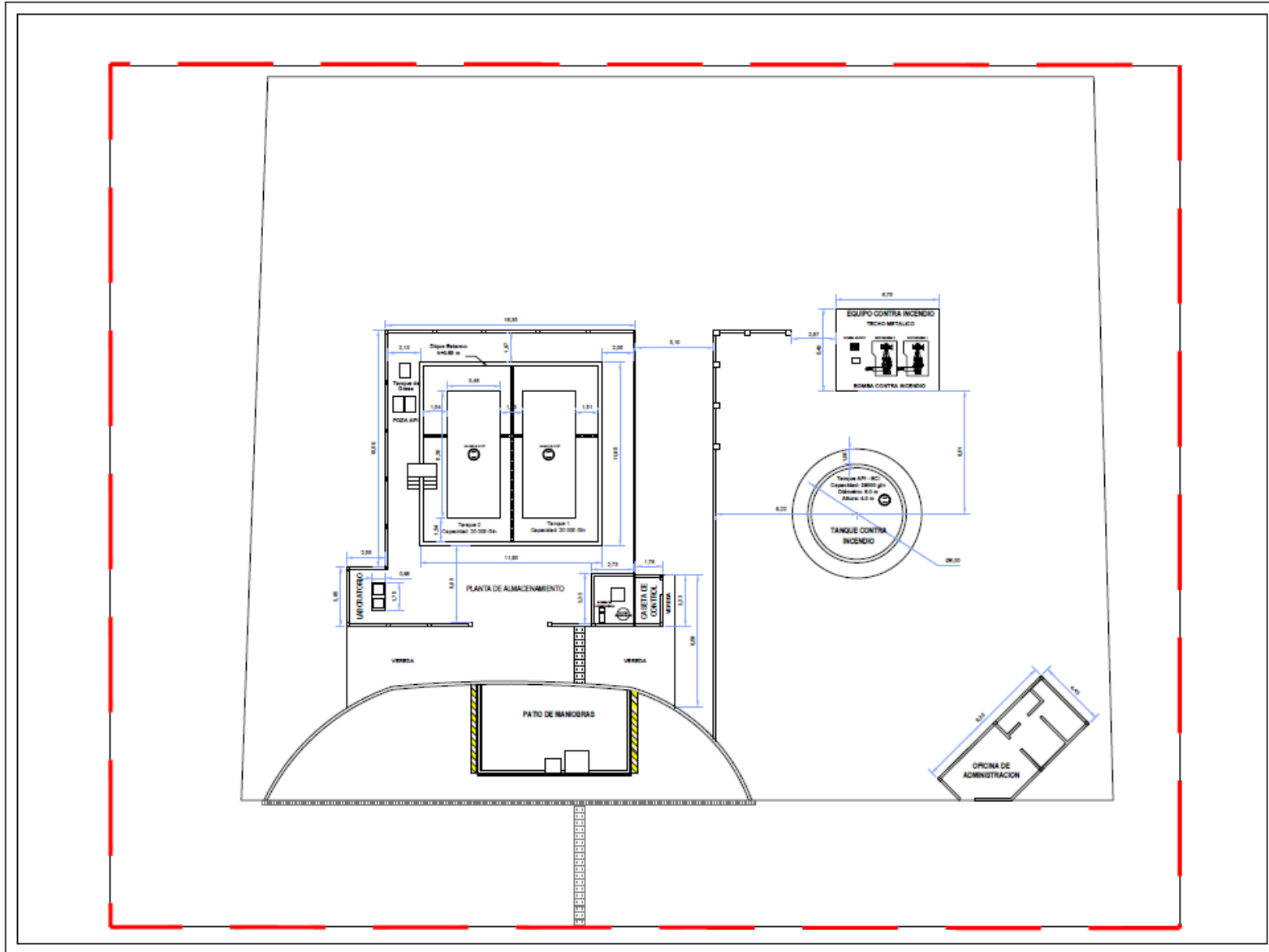
Ley Nº 27314: Ley general de residuos sólidos.
D.S. 057-2004-PCM: que aprueba el reglamento de la Ley Nº 27314, Ley general de residuos sólidos.
D.S. 015-2006-EM: Reglamento para la protección ambiental en las actividades de hidrocarburos.
D.S. 026-94-EM: Reglamento de seguridad para el transporte de hidrocarburos.
D.S. 030-98-EM: Reglamento para la comercialización de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos.
D.S. 045-2001-EM: Reglamento para la Comercialización de Combustibles Líquidos y otros Productos Derivados de los Hidrocarburos.
Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías peligrosas por carretera (ADR).
Reglamento relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril (RID).
Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (IMDG).
Regulaciones de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA) relativas al transporte de mercancías peligrosas por vía aérea.

Glosario

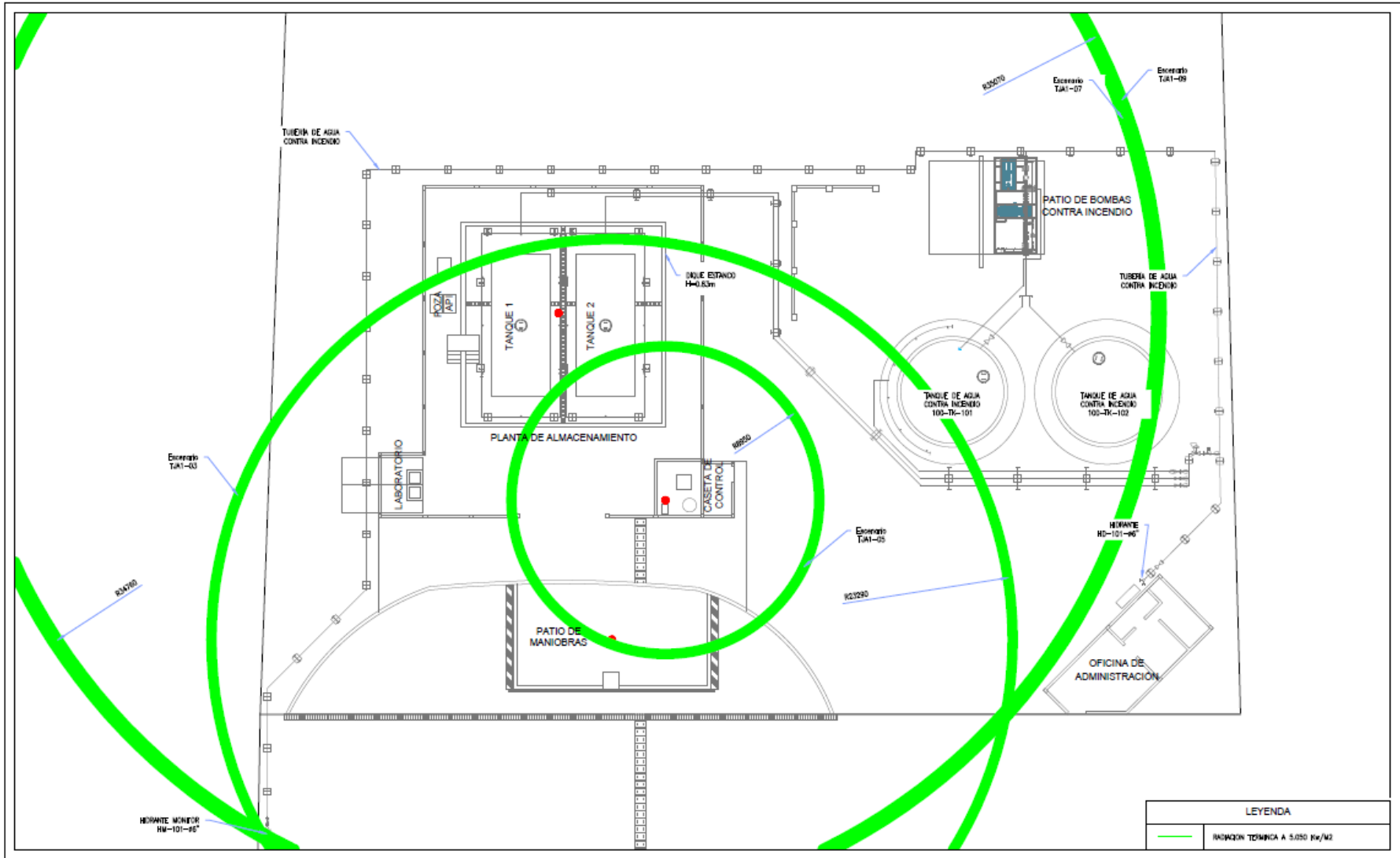
CAS: Servicio de Resúmenes Químicos	VLA-ED: Valor Límite Ambiental – Exposición Diaria
IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer	VLA-EC: Valor Límite Ambiental – Exposición Corta
ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.	DL50: Dosis Letal Media
TLV: Valor Límite Umbral	CL50: Concentración Letal Media
TWA: Media Ponderada en el tiempo	CE50: Concentración Efectiva Media
STEL: Límite de Exposición de Corta Duración	CI50: Concentración Inhibitoria Media
REL: Límite de Exposición Recomendada	BOD: Demanda Biológica de Oxígeno.
PEL: Límite de Exposición Permitido	NP: No Pertinente
INSHT: Instituto Nal. De Seguridad e Higiene en el Trabajo	: Cambios respecto a la revisión anterior

La información que se suministra en este documento se ha recopilado en base a las mejores fuentes existentes y de acuerdo con los últimos conocimientos disponibles y con los requerimientos legales vigentes sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas. Esto no implica que la información sea exhaustiva en todos los casos. Es responsabilidad del usuario determinar la validez de esta información para su aplicación en cada caso.

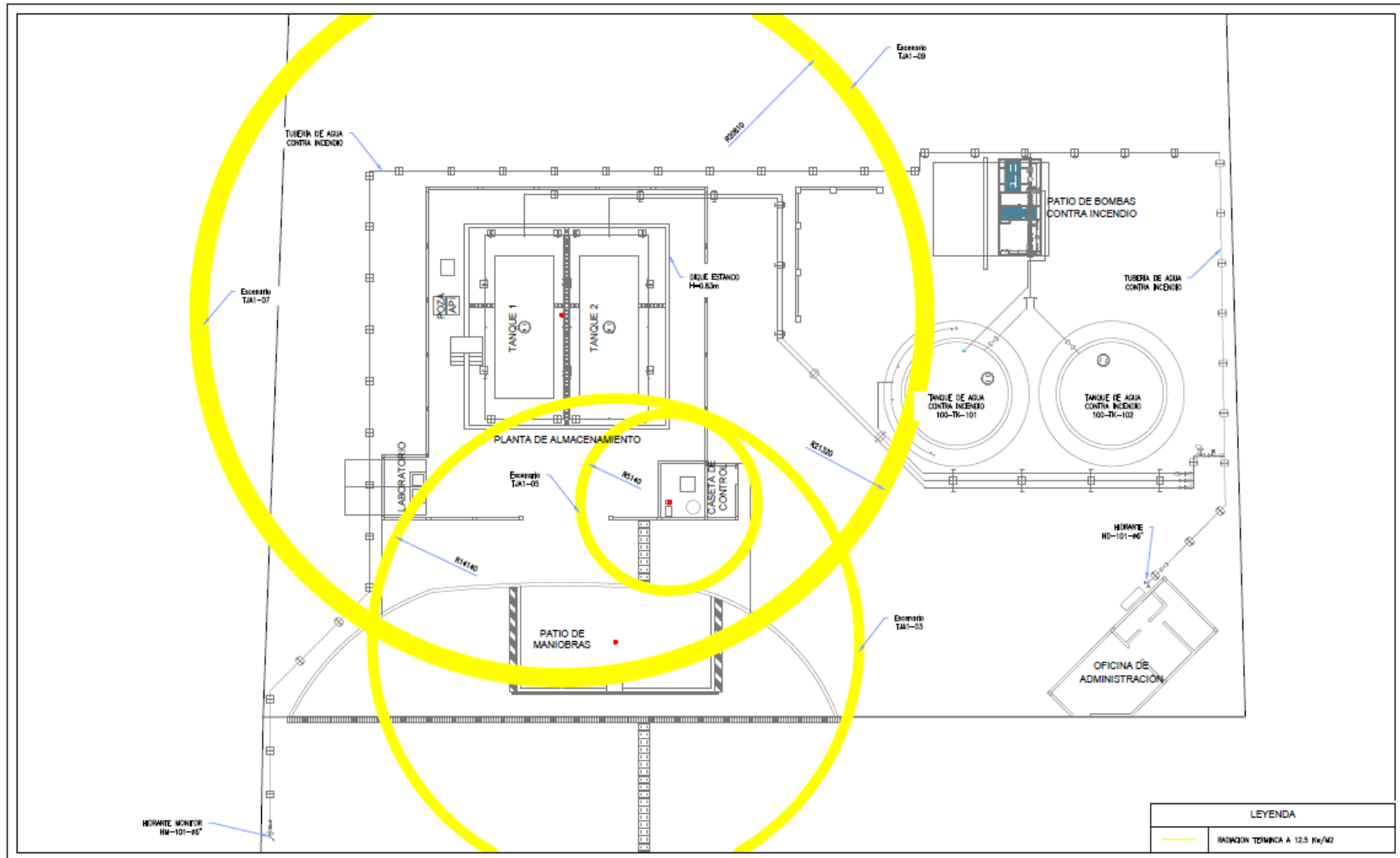
ANEXO 3: Plano General de la Planta



ANEXO 4: Radios de Afectación por Radiación Térmica a Personas

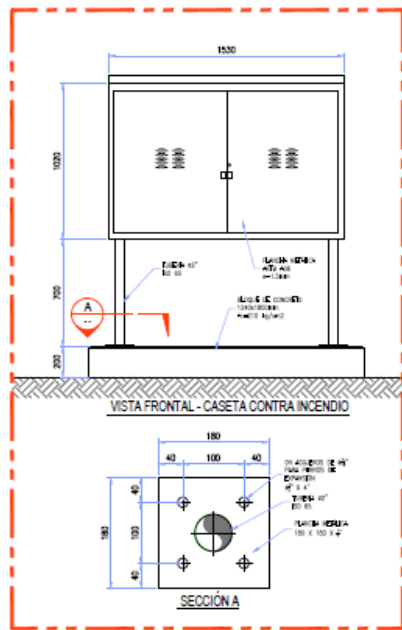


ANEXO 5: Radios de Afectación por Radiación Térmica a Equipos

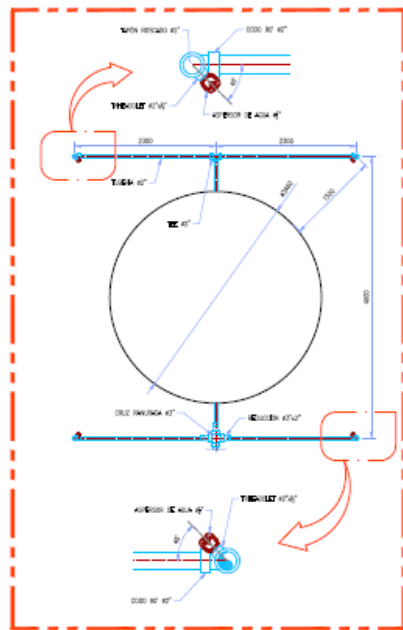


ANEXO 6: Plano General del Sistema Contra Incendio

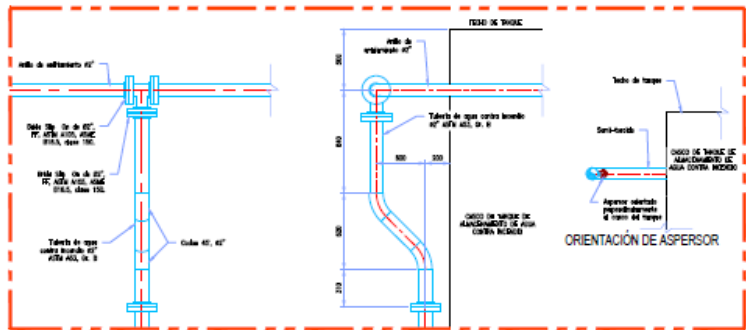
ANEXO 7: Plano de Detalles del Sistema Contra Incendio



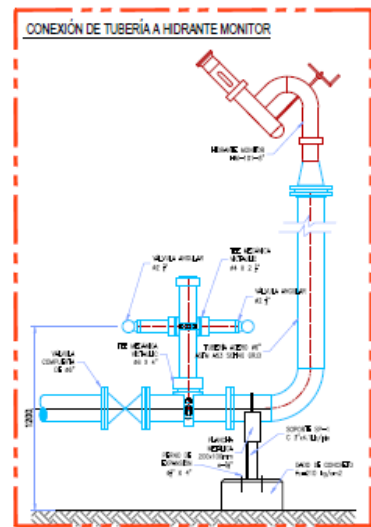
DETALLE 1
Esc. 1/30 05-107



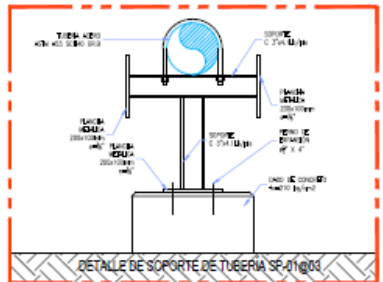
SECCIÓN 1
Esc. 1/30 05-107



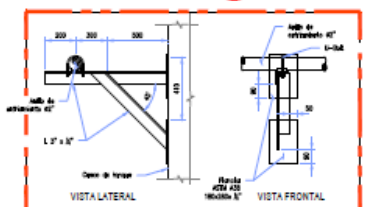
DETALLE - MONTANTE DE SISTEMA DE ASPERSORES
Esc. 1/25



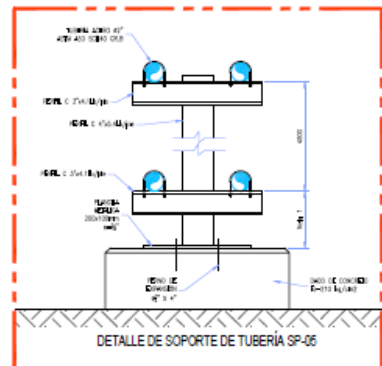
DETALLE 3
Esc. 1/30 05-107



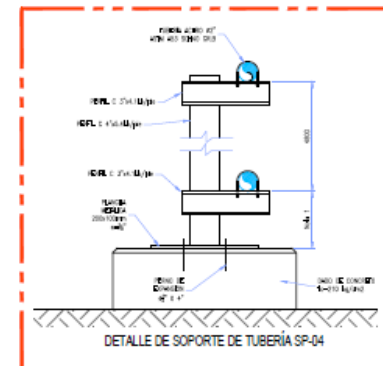
DETALLE 2
Esc. 1/30 05-107



DETALLE - SOPORTE DE TOROIDE DE ENFRIAMIENTO

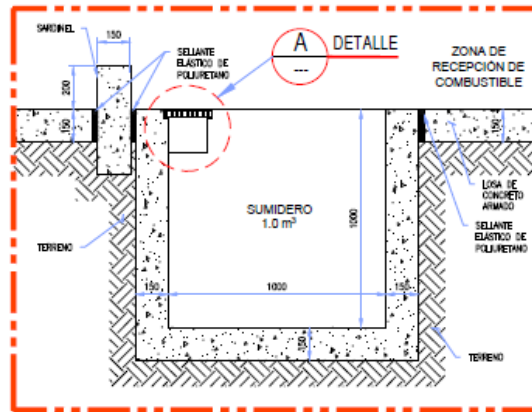


DETALLE 5
Esc. 1/30 05-107

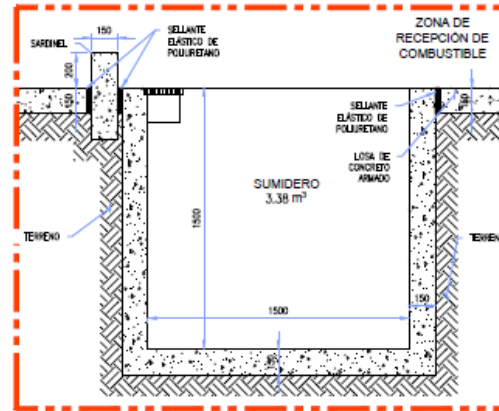


DETALLE 4
Esc. 1/30 05-107

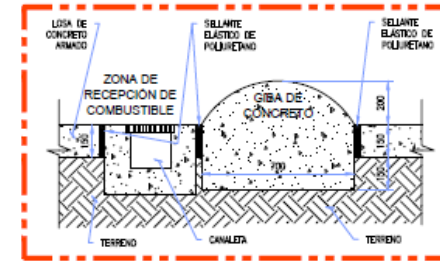
ANEXO 8: Plano de Secciones de Zonas Estancas



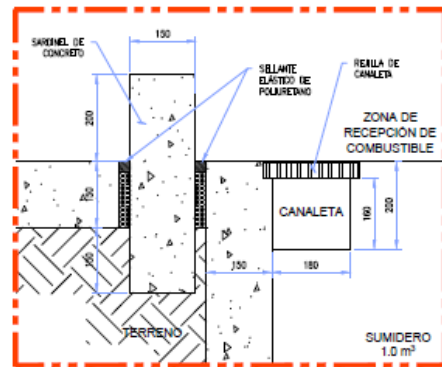
CORTE 1
ESC. 1/20 03-101



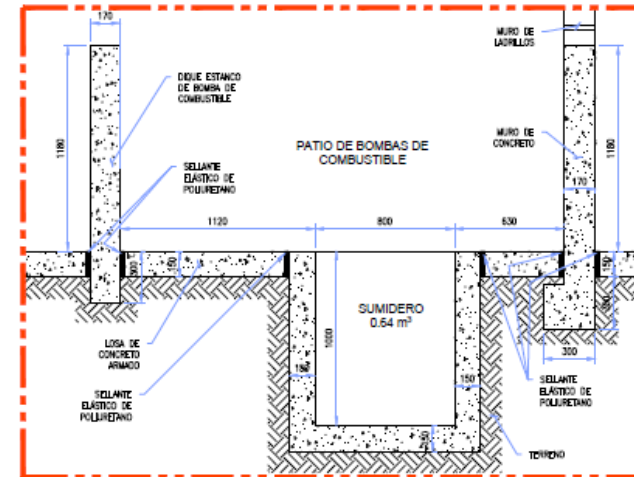
CORTE 2
ESC. 1/20 03-101



CORTE 3
ESC. 1/20 03-101

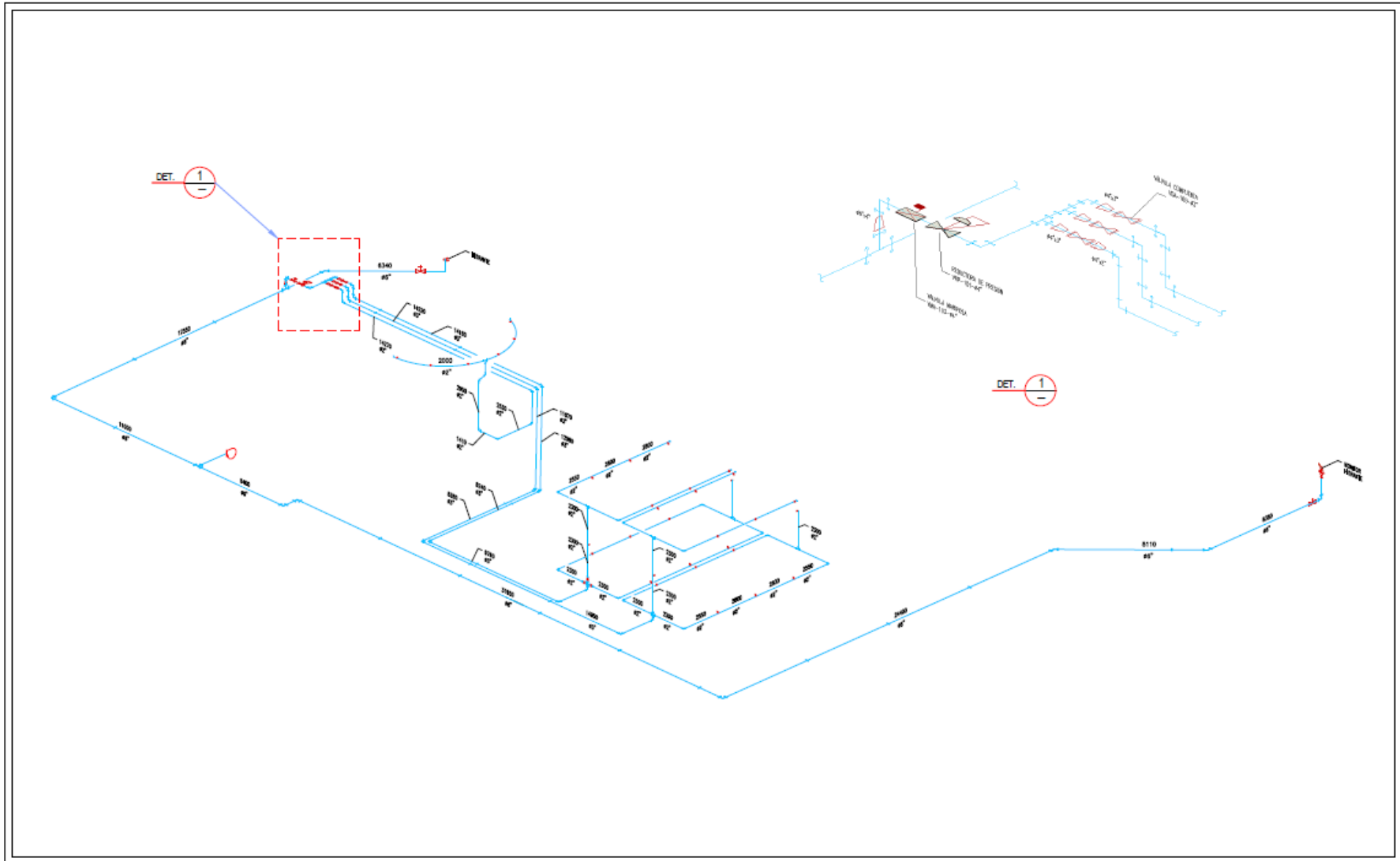


DETALLE A
ESC. 1/10

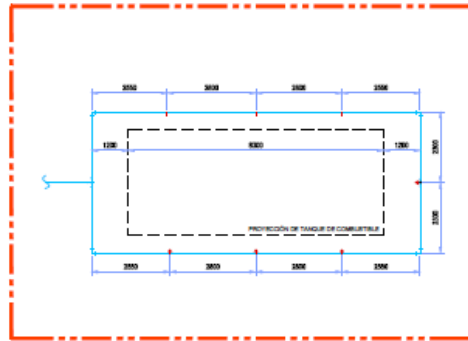


CORTE 4
ESC. 1/25 03-101

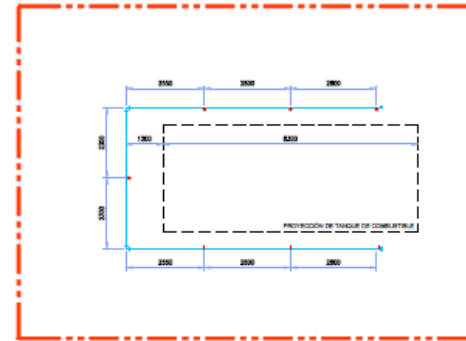
ANEXO 9: Plano Isométrico del Sistema de Diluvio



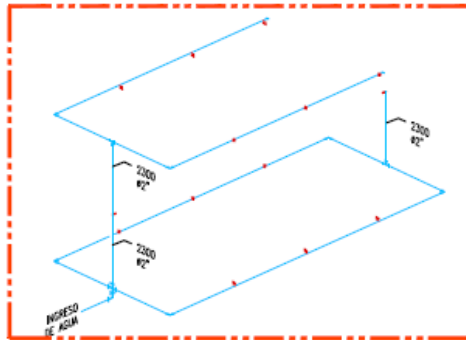
ANEXO 10: Plano Isométrico del Sistema de Diluvio



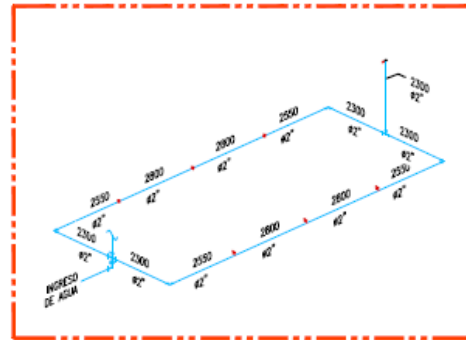
PLANTA - SISTEMA DE DILUIVO DE TANQUES 1 Y 2
RAMALES INFERIORES



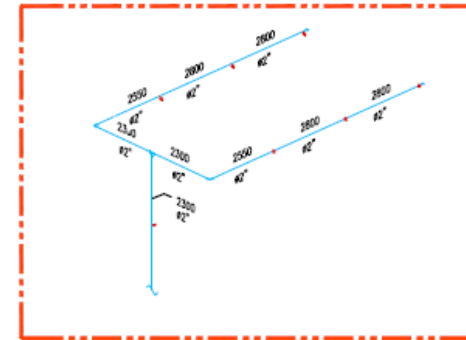
PLANTA - SISTEMA DE DILUIVO DE TANQUES 1 Y 2
RAMALES SUPERIORES



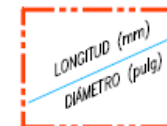
ISOMETRICO - SISTEMA DE DILUIVO DE
TANQUES 1 Y 2



ISOMETRICO - SISTEMA DE DILUIVO DE TANQUES 1 Y 2
RAMALES INFERIORES

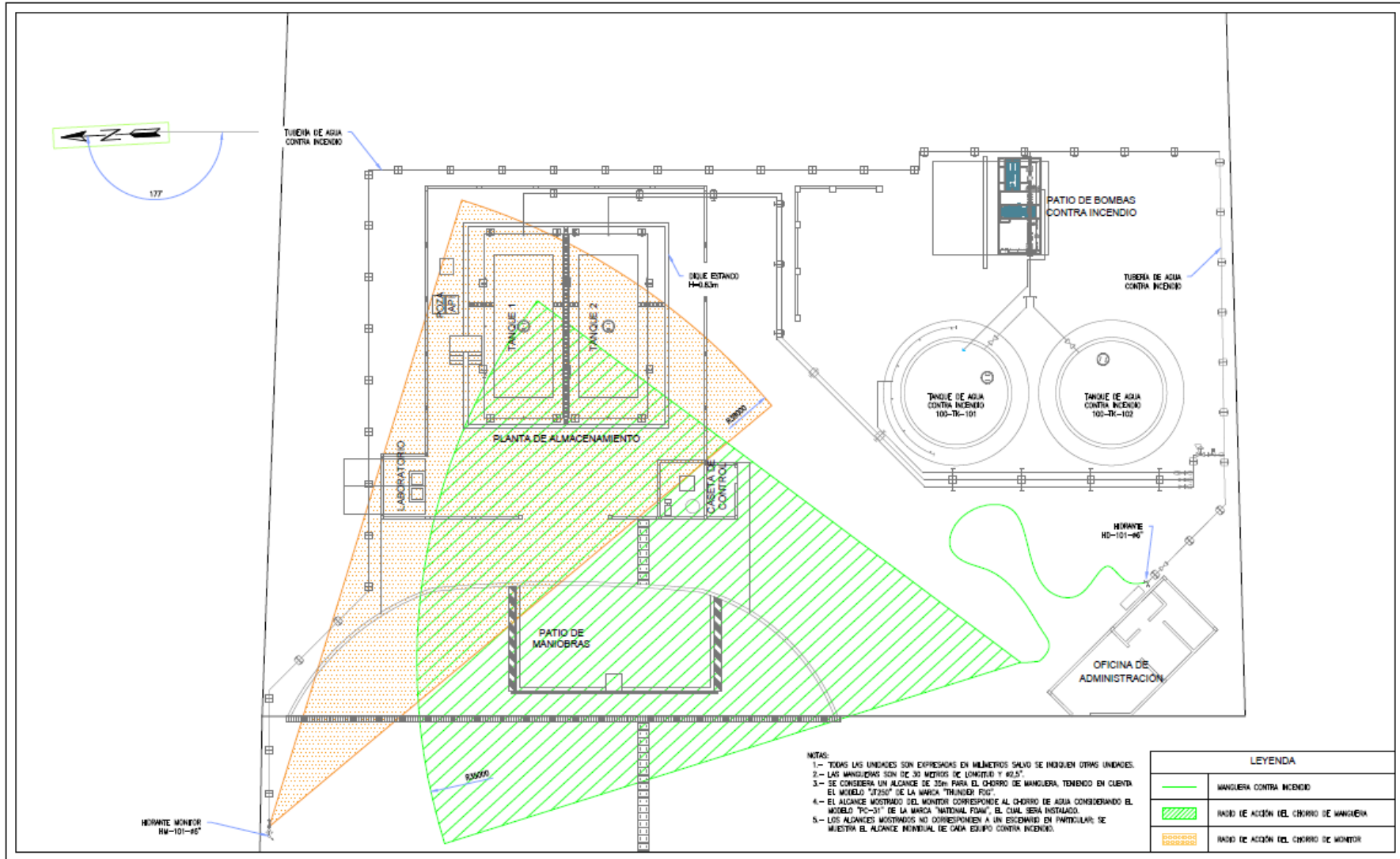


ISOMETRICO - SISTEMA DE DILUIVO DE TANQUES 1 Y 2
RAMALES SUPERIORES

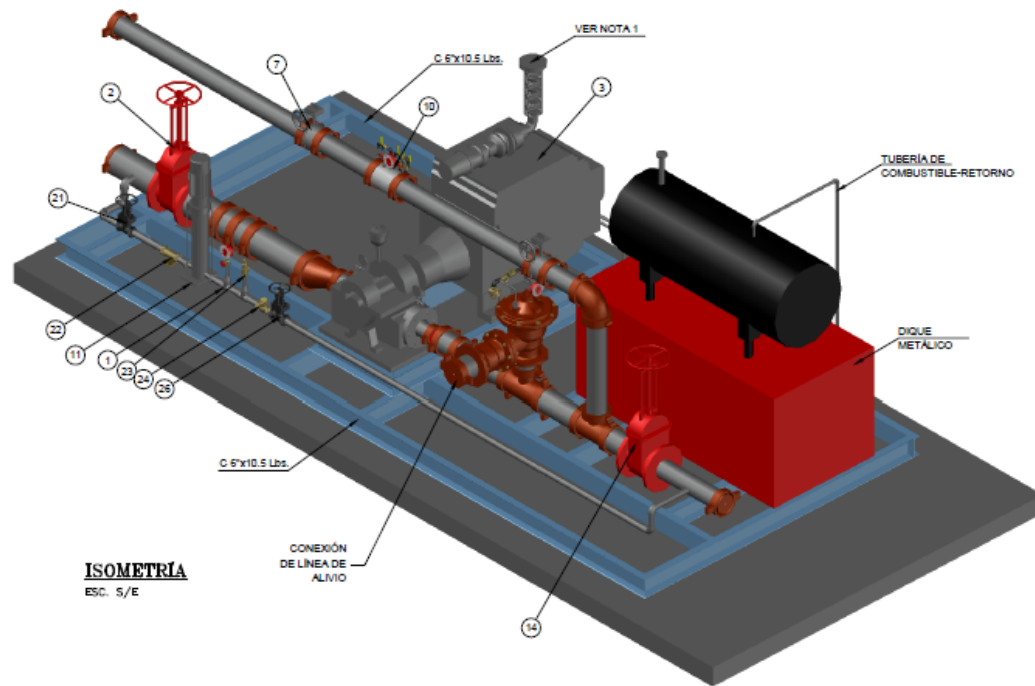


LEYENDA

ANEXO 11: Radios de Acción de Equipos Contra Incendio



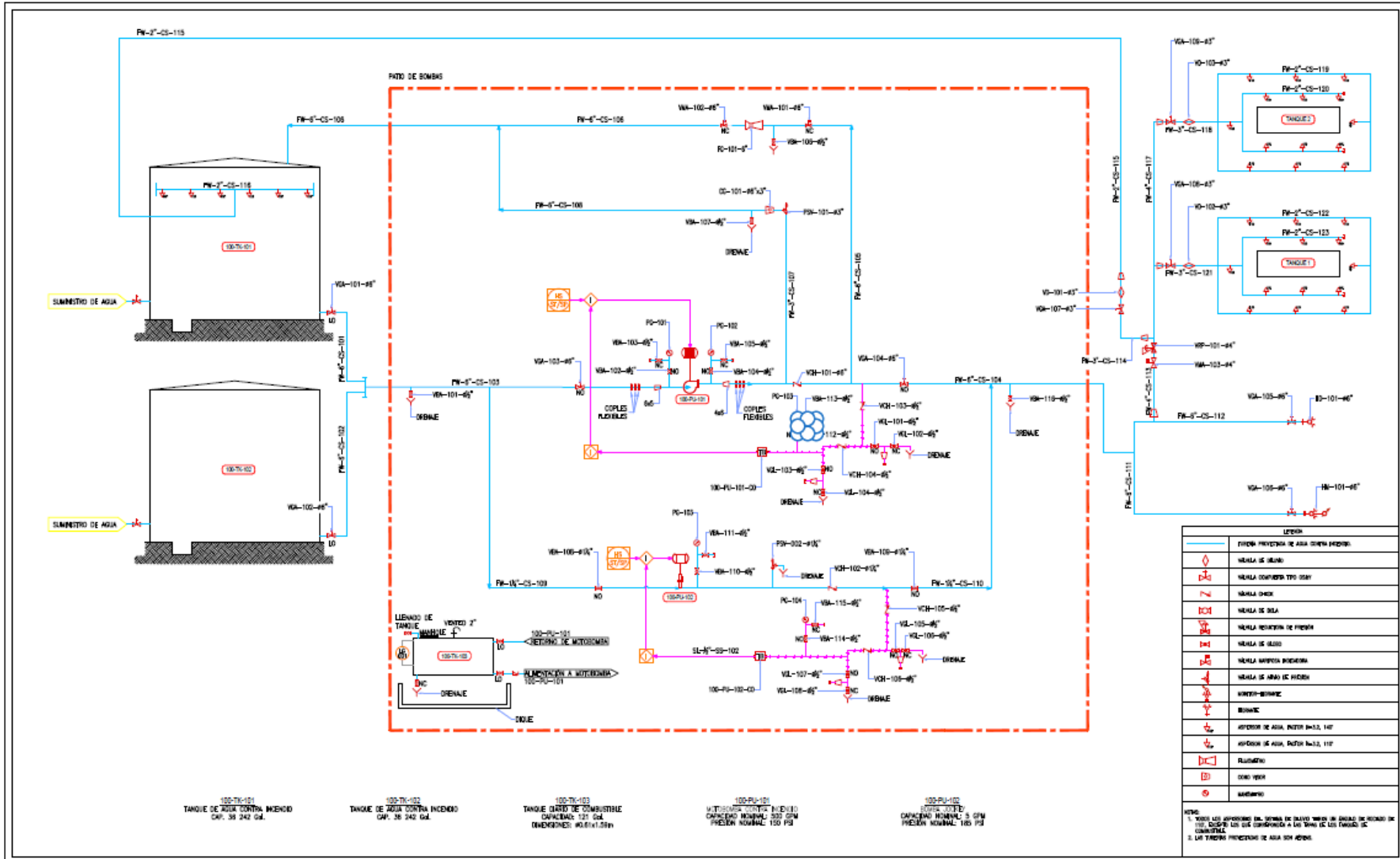
ANEXO 12: Plano del Sistema de Bombeo



ISOMETRÍA
ESC. 5/E

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	MANÓMETROS
2	VÁLVULA DE COMPUERTA DE 8\"/>
3	BOMBA CON MOTOR DIÉSEL 500 GPM @ 150 PSI
4	AMPLIACIÓN-REDUCCIÓN 6\"/>
5	REDUCCIÓN-AMPLIACIÓN 6\"/>
6	VÁLVULA CHECK RANURADA DE ULFM
7	VÁLVULA MARIPOSA 8\"/>
8	VÁLVULA DE BOLA DE 2 1/2\"/>
9	TEE REDUCTORA DE 6\"/>
10	MEDIDOR TIPO VENTURI DE 6\", DE 0 @ 1500 GPM
11	BOMBA JOCKEY DE 5 GPM @ 185 PSI
12	TABLERO DE CONTROL PARA MOTOR DIÉSEL DE BOMBA DE INCENDIO
13	TABLERO DE CONTROL PARA BOMBA JOCKEY
14	VÁLVULA DE COMPUERTA DE 8\"/>
15	TEE 6\"/>
16	AMORTIGUADOR DE VIBRACIÓN (3 ACOPLES RANURADOS SUCCIÓN Y DESCARGA)
17	VÁLVULA DE ALIVIO DE 3\"/>
18	SELENCIADOR PARA MOTOR DIÉSEL (VERIFICAR EN OBRA)
19	TANQUE COMBUSTIBLE PARA MOTOR DIÉSEL, DE 121 GALONES, 80.61x1.58m
20	PURGA AUTOMÁTICA - VER CON PROVEEDOR DE BOMBA
21	VÁLVULA OS&Y 1 1/4\"/>
22	FILTRO 1\"/>
23	VÁLVULA DE ALIVIO 1-1/4\"/>
24	VÁLVULA CHECK 1 1/4\"/>
25	SKD PARA BOMBA CONTRA INCENDIO
26	VÁLVULA OS&Y 1 1/4\"/>
27	VACUÓMETRO
28	VÁLVULA DE BOLA SALIDA DE COMBUSTIBLE 1/2\"/>
29	VÁLVULA DE BOLA RETORNO 1/2\"/>
30	DIQUE METÁLICO, CAPACIDAD MÍNIMA 134 GALONES

ANEXO 13: Plano P&ID del Sistema Contra Incendio

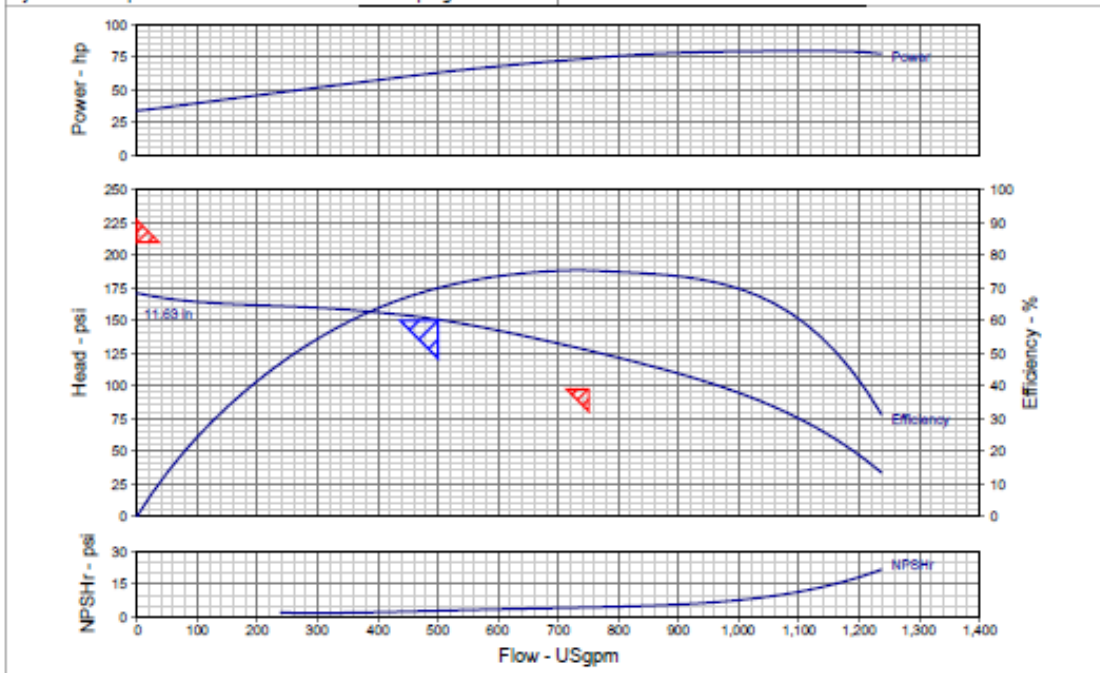


ANEXO 14: Especificación Técnica de Bomba Contra Incendio



Pump Performance Datasheet

Customer	:		Quote number	:	
Customer enquiry	:	SPP Pumps Inc	Pump Size	:	TD10E
Item number	:	500GPM@150PSI	Stages	:	1
Usage - Tertiary	:		Based on curve number	:	TD10E-FMT-C2950 Rev 1G-A1
Quantity	:	1	Date last saved	:	
Operating Conditions			Liquid		
Flow, rated	:	500.0 USgpm	Liquid Type/ Application	:	Does not exist in KB (Liq-1Wat)
Differential Head (requested)	:	150.0 psi	Additional liquid description	:	
Suction pressure, rated / max	:	1.00 / 1.00 psi.g	Temperature, max	:	30.00 deg C
NPSH available, rated	:	Ample	Fluid density rated	:	1.000 / 1.000 SG
Frequency	:	60 Hz	Viscosity, rated	:	1.00 cP
NFPA Limits			Performance		
Flow, rated	:	500.0 USgpm	Speed, rated	:	2950 rpm
Head, rated	:	150.0 psi	Impeller diameter, rated (approx.)	:	11.63 in
Power, rated	:	63.37 hp	Impeller diameter, maximum	:	11.93 in
NPSHr, rated	:	2.82 psi	Impeller diameter, minimum	:	8.86 in
Efficiency, rated	:	70 %	Efficiency	:	70 %
Flow at 150%	:	760.0 USgpm	NPSH required / margin required	:	2.82 / 0.71 psi
Head at 150%, actual/limit	:	125.9 psi	Head, maximum, rated diameter (approx.)	:	171.0 psi
Efficiency at 150%	:	75 %	Diameter ratio (rated / max)	:	97.52 %
NPSHr at 150% flow	:	4.35 psi	Driver & Power Data		
Power required at 150% flow	:	74.17 hp	Power, hydraulic	:	44.62 hp
Peak power	:	79.47 hp	Power, rated	:	63.37 hp
Closed valve pressure	:	172.0 psi.g	Power, maximum, rated diameter	:	79.47 hp
140% Head at shutoff	:	210.0 psi	Material		
65% Head at 150% flow	:	97.49 psi	Material selected	:	Cl / Br / CS (Standard)
Cooling flow (2%)	:	10.00 USgpm	Selection status		
Pressure Data			FMULGUL approved	:	FMULGUL
Maximum working pressure	:	172.0 psi.g	near miss reasons	:	
Maximum allowable working pressure	:	224.8 psi.g			
Maximum allowable suction pressure	:	72.52 psi.g			
Hydrostatic test pressure	:	258.0 psi.g			





Pump Performance Datasheet

Customer : SPP Pumps Inc	Quote number :			
Customer enquiry : SPP Pumps Inc	Pump Size : TD10E			
Item number : 500GPM@150PSI	Stages : 1			
Usage - Tertiary :	Based on curve number : TD10E-FMT-C2950 Rev 1G-A1			
Quantity : 1	Date last saved :			
Operating Conditions	Liquid			
Flow, rated : 500.0 USgpm	Liquid Type/ Application : Does not exist in KB (Liq-1Wat)			
Differential Head (requested) : 150.0 psi	Additional liquid description :			
Suction pressure, rated / max : 1.00 / 1.00 psi.g	Temperature, max : 30.00 deg C			
NPSH available, rated : Ample	Fluid density rated : 1.000 / 1.000 SG			
Frequency : 60 Hz	Viscosity, rated : 1.00 cP			
Flow (USgpm)	Head (psi)	Pump Efficiency (%)	Power Required (hp)	NPSH required (psi)
0.00	171.0	0	33.59	9.36
154.7	162.6	34	42.78	2.95
309.4	159.5	55	51.99	1.70
464.1	153.0	68	60.87	2.49
618.8	140.6	74	68.55	3.55
773.5	124.4	75	74.73	4.44
928.2	105.5	73	78.42	6.06
1,082.9	78.72	63	79.44	10.64
1,237.6	33.24	31	77.27	21.73

ANEXO 15: Especificación Técnica del Motor Diésel

FM-UL-cUL APPROVED RATINGS BHP/KW

JU4H MODEL	RATED SPEED								US-EPA (NSPS) Available Until	
	1470	1760	2100	2350	2600	2800	3000			
UF10	41	31	51	38	56	41			12/31/10	
UF12				56	41	68	44		12/31/10	
UF14						70	52	71	53	12/31/13 +
UF20	80	45	87	50	72	54			12/31/10	
UF22				72	54	76	56		12/31/10	
UF24						80	60	83	62	12/31/13 +
UF34						104	78	115	86	12/31/12 +
UF40	78	54	88	66	88	73			12/31/10	
UF42				88	73	99	74		12/31/10	
UF40	84	70	106	78	106	79			12/31/10 ▼ 12/31/09 ▲	
UF42				106	79	108	79		12/31/09	
UF58	79	50	110	82					12/31/09	
UF50		110	82	180	97	127	95		12/31/09	
UF62				127	95	127	95		12/31/09	
UF64						146	108	146	108	12/31/12 +



Picture shown represents a JU4H-NA low speed engine model

● USA EPA (NSPS) Emissions Compliant. Applies to John Deere model year per Table 4 of 40 CFR Part 60 Sub Part III.

◆ All Models are available for Export

+ Not Available in California

▼ Less than 100HP

▲ Greater than 99HP

SPECIFICATIONS

ITFM	JU4H MODELS					
	UF10/12/14	UF20/22/24	UF34	UF40/42	UF40/42	UF58/50/52/54
Number of Cylinders	4					
Aspiration	NA			T		
Rotation*	CW					
Overall Dimensions – in. (mm)	52.5 (1333) H x 45.7 (1162) L x 36.1 (918) W			59.9 (1522) H x 51.6 (1310) L x 36.6 (930) W		
Crankshaft Centerline Height – in. (mm)	14 (356)					
Weight – lb (kg)	910 (413)			935 (424)		
Compression Ratio	17.6:1			17.0:1		
Displacement – cu. in. (L)	275 (4.5)					
Engine Type	4 Stroke Cycle – In-line Construction					
Bore & Stroke – in. (mm)	4.19 x 5.00 (106 x 127)					
Installation Drawing	D534					
Wiring Diagram AC	C07651					
Wiring Diagram DC	C072145					
Engine Series	John Deere 4045 Series					
Speed Interpolation	Optional					

Abbreviations: CW – Clockwise NA – Naturally Aspirated T – Turbocharged L – Length W – Width H – Height

*Rotation viewed from Heat Exchanger / Front of engine

CERTIFIED POWER RATING

- Each engine is factory tested to verify power and performance.
- Although FM-UL ratings are shown at specific speeds, Clarke engines with optional speed interpolation can be applied at any intermediate speed. To determine the intermediate speed power, make a linear interpolation from the Clarke FM-UL power curve. Contact Clarke or your Pump OEM Representative to obtain details.



ENGINE RATINGS BASELINES

- Engines are to be used for stationary emergency standby fire pump service only. Engines are to be tested in accordance with NFPA 25.
- Engines are rated at standard SAE conditions of 29.61 in. (752.1 mm) Hg barometer and 77°F (25°C) inlet air temperature (approximates 300 ft. (91.4 m) above sea level) by the testing laboratory (see SAE Standard J 1349).
- A deduction of 3 percent from engine horsepower rating at standard SAE conditions shall be made for diesel engines for each 1000 ft. (305 m) altitude above 300 ft. (91.4 m)
- A deduction of 1 percent from engine horsepower rating as corrected to standard SAE conditions shall be made for diesel engines for every 10°F (5.6°C) above 77°F (25°C) ambient temperature.

CLARKE®

FIRE PUMP ENGINES

MODELS

JU4H-UF10 JU4H-UF20 JU4H-UF34 JU4H-UF40 JU4H-UF50
 JU4H-UF12 JU4H-UF22 JU4H-UF10 JU4H-UF42 JU4H-UF52
 JU4H-UF14 JU4H-UF24 JU4H-UF12 JU4H-UF58 JU4H-UF54

ENGINE EQUIPMENT

EQUIPMENT	STANDARD	OPTIONAL
Air Cleaner	Direct Mounted, Washable, Indoor Service with Drip Shield	Disposable, Drip Proof, Indoor Service Outdoor Type, Single or Two Stage (Cyclonic)
Alarms	Overspeed Alarm & Shutdown, Low Oil Pressure, Low & High Coolant Temperature, High Raw Water Flow, High Raw Water Temperature	Low Coolant Level, Low Oil Level, Oil Filter Differential Pressure, Fuel Filter Differential Pressure, Air Filter Restriction
Alternator	12V-DC, 42 Amps with Poly-Vee Belt and Guard	24V-DC, 40 Amps with Poly-Vee Belt and Guard
Coupling	Bare Flywheel	Listed Driveshaft and Guard, UF10/12/14, UF20/22/24 – CDS10-SC; UF34, UF40/42, UF40/42 – CDS20-SC; UF58/50/52/54 – CDS30-S1
Engine Heater	115V-AC, 1000 Watt	230V-AC, 1000 Watt
Exhaust Flex Connection	For NA Engines - SS Flex, NPT(M) Connection, 3" For T Engines - SS Flex, NPT(M) Connection, 4"	For NA Engines - SS Flex, NPT(M) Connection, 4" For T Engines - SS Flex, 150# ANSI Flanged Connection, 5"
Exhaust Protection	Blankets on UF10/12/14/20/22/24; Metal Guards on Manifolds and Turbocharger on UF34/H0/H2/40/42/58/50/52/54	
Flywheel Housing	SAE #3	
Flywheel Power Take Off	11.5" SAE Industrial Flywheel Connection	
Fuel Connections	Fire Resistant, Flexible, USA Coast Guard Approved, Supply and Return Lines	SS, Braided, cUL Listed, Supply and Return Lines
Fuel Filter	Primary Filter with Priming Pump	
Fuel Injection System	Stanadyne, Direct Injection	
Fuel Solenoid	12V-DC Energized to Stop (ETS)	12V-DC Energized to Run (ETR); 24V-DC Energized to Run (ETR); 24V-DC Energized to Stop (ETS)
Governor, Speed	Constant Speed, Mechanical	
Heat Exchanger	Tube and Shell Type, 60 PSI (4 BAR), NPT(F) Connections – See Water Compatible	
Instrument Panel	English and Metric, Tachometer, Hourmeter, Water Temperature, Oil Pressure and Two (2) Voltmeters	
Junction Box	Integral with Instrument Panel; For DC Wiring Interconnection to Engine Controller	
Lube Oil Cooler	Engine Water Cooled, Plate Type	
Lube Oil Filter	Full Flow with By-Pass Valve	
Lube Oil Pump	Gear Driven, Gear Type	
Manual Start Control	On Instrument Panel with Control Position Warning Light	
Overspeed Control	Electronic with Reset and Test on Instrument Panel	
Raw Water Cooling Loop – w/Alarms	Galvanized	Seawater, All 316SS, High Pressure
Raw Water Cooling Loop – Solenoid Operation	Automatic from Fire Pump Controller and from Engine Instrument Panel (for Horizontal Fire Pump Applications)	Not Supplied (for Vertical Turbine Fire Pump Applications)
Run – Stop Control	On Instrument Panel with Control Position Warning Light	
Starters	Two (2) 12V-DC	Two (2) 24V-DC
Throttle Control	Adjustable Speed Control, Tamper Proof	
Water Pump	Centrifugal Type, Poly-Vee Belt Drive with Guard	

Abbreviations: DC – Direct Current, AC – Alternating Current, SAE – Society of Automotive Engineers, NPT(F) – National Pipe Tapered Thread (Female), NPT(M) – National Pipe Tapered Thread (Male), NA – Naturally Aspirated, T – Turbocharged, ANSI – American National Standards Institute, SS – Stainless Steel

MODEL NOMENCLATURE (8 Digit Models)

JU 4 H - UF 14
 John Deere Base Engine – J
 350 Series – |
 4 Cylinder – |
 Heat Exchanger Cooled – |
 Power Curve Number – |
 UL Listed and FM Approved – |

CLARKE®

CLARKE Fire Protection Products, Inc.
 100 Progress Place, Cincinnati, Ohio 45246
 United States of America
 Tel +1-513-475-FIRE (3473) Fax +1-513-771-8930
 www.clarkefire.com

CLARKE UK, Ltd.
 Grange Works, Lomond Rd., Coatbridge, ML5-2NN
 United Kingdom
 Tel +44-1236-429946 Fax +44-1236-427274
 www.clarkefire.com

C13600 revT
 3JUN15

Specifications and information contained in this brochure subject to change without notice.

CLARKE

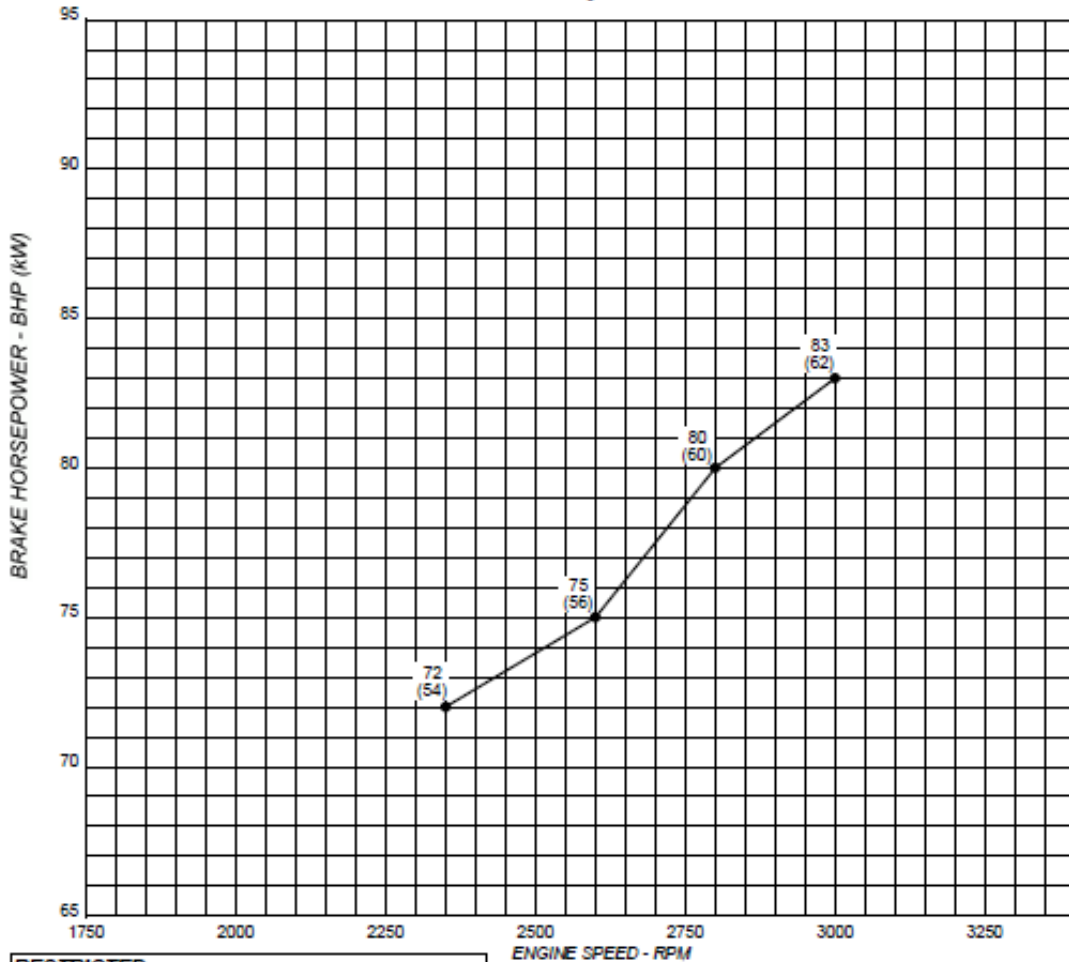
Fire Protection Products, Inc.

FIRE PUMP MODEL: JU4H-UF24

Heat Exchanger

Naturally Aspirated

4.5L 4 Cylinder



RESTRICTED:
USE ONLY FOR STAND-BY FIRE PUMP APPLICATIONS

ENGINE PERFORMANCE:
STANDARD CONDITIONS: (SAE J1349, ISO 3045)
77°F (25°C) AIR INLET TEMPERATURE
29.91 IN. (761.1MM) HG BAROMETRIC PRESSURE
#2 DIESEL FUEL (SEE C13040)

● — ● NAMEPLATE BHP (MAXIMUM PUMP LOAD)

Kevin Kunkler
KEVIN KUNKLER 19MAY04

THIS DRAWING AND THE INFORMATION HEREIN ARE OUR PROPERTY AND MAY BE USED BY OTHER ONLY AS AUTHORIZED BY US. UNPUBLISHED - ALL RIGHTS RESERVED UNDER THE COPYRIGHT LAWS.

CREATED	KJK	DATE CREATED	05/19/04
ENGINE MODEL JU4H-UF24			
DRAWING NO.	C131089	REV	A

JU4H-UF24

INSTALLATION & OPERATION DATA (I&O Data)

USA Produced

Basic Engine Description

Engine Manufacturer	John Deere Co.
Ignition Type	Compression (Diesel)
Number of Cylinders	4
Bore and Stroke - In (mm)	4.19 (106) X 5 (127)
Displacement - In ³ (L)	275 (4.5)
Compression Ratio	17.6:1
Valves per cylinder	
Intake	1
Exhaust	1
Combustion System	Direct Injection
Engine Type	In-Line, 4 Stroke Cycle
Fuel Management Control	Mechanical, Rotary Pump
Firing Order (CW Rotation)	1-3-4-2
Aspiration	Natural
Charge Air Cooling Type	None
Rotation, viewed from front of engine, Clockwise (CW)	Standard
Engine Crankcase Vent System	Open
Installation Drawing	D534
Weight - lb (kg)	910 (413)

Power Rating

	2350	2600	2800	3000
Nameplate Power - HP (kW)	72 (54)	75 (56)	80 (60)	83 (62)

Cooling System - [C051128]

	2350	2600	2800	3000
Engine Coolant Heat - Btu/sec (kW)	40 (42.2)	42 (44.3)	44 (46.4)	45 (47.5)
Engine Radiated Heat - Btu/sec (kW)	16 (16.9)	17 (17.9)	18 (19)	19 (20)
Heat Exchanger Minimum Flow				
60°F (15°C) Raw H ₂ O - gal/min (L/min)	8 (30.3)	9 (34.1)	10 (37.9)	11 (41.6)
100°F (37°C) Raw H ₂ O - gal/min (L/min)	10 (37.9)	11 (41.6)	12 (45.4)	13 (49.2)
Heat Exchanger Maximum Cooling Raw Water				
Inlet Pressure - psi (bar)	60 (4.1)			
Flow - gal/min (L/min)	40 (151)			
Typical Engine H ₂ O Operating Temp - °F (°C) ⁽¹⁾	170 (76.7) - 190 (87.8)			
Thermostat				
Start to Open - °F (°C)	170 (76.7)			
Fully Opened - °F (°C)	190 (87.8)			
Engine Coolant Capacity - qt (L)	14.79 (14)			
Coolant Pressure Cap - lb/in ² (kPa)	10 (68.9)			
Maximum Engine Coolant Temperature - °F (°C)	200 (93.3)			
Minimum Engine Coolant Temperature - °F (°C)	160 (71.1)			
High Coolant Temp Alarm Switch - °F (°C)	205 (96.1)			

Electric System - DC

	Standard		Optional	
System Voltage (Nominal)	12		24	
Battery Capacity for Ambients Above 32°F (0°C)				
Voltage (Nominal)	12	[C07633]	24	[C07633]
Qty. Per Battery Bank	1		2	
SAE size per JS37	8D		8D	
CCA @ 0°F (-18°C)	1400		1400	
Reserve Capacity - Minutes	430		430	
Battery Cable Circuit, Max Resistance - ohm	0.0012		0.0012	
Battery Cable Minimum Size				
0-120 In. Circuit Length ⁽²⁾	00		00	
121-160 In. Circuit Length ⁽²⁾	000		000	
161-200 In. Circuit Length ⁽²⁾	0000		0000	
Charging Alternator Maximum Output - Amp	40	[C07639]	18	[C071048]
Starter Cranking Amps, Rolling - @60°F (15°C)	345	[RE59596/RE59589]	250	[C07819/C07820]

NOTE: This engine is intended for indoor installation or in a weatherproof enclosure. ¹Engine H₂O temperature is dependent on raw water temperature and flow. ²Positive and Negative Cables Combined Length.



Fire Protection Products, Inc.

JU4H-UF24

INSTALLATION & OPERATION DATA (I&O Data)

USA Produced

<u>Exhaust System</u>	<u>2350</u>	<u>2600</u>	<u>2800</u>	<u>3000</u>
Exhaust Flow - ft. ³ /min (m ³ /min) -----	469 (13.3)	531 (15)	581 (16.5)	630 (17.8)
Exhaust Temperature - °F (°C) -----	1076 (580)	1095 (591)	1110 (599)	1125 (607)
Maximum Allowable Back Pressure - In H ₂ O (kPa) -----	30 (7.5)	30 (7.5)	30 (7.5)	30 (7.5)
Minimum Exhaust Pipe Dia. - In (mm) ^[1] -----	3 (76.2)	3 (76.2)	3 (76.2)	3 (76.2)
<u>Fuel System</u>	<u>2350</u>	<u>2600</u>	<u>2800</u>	<u>3000</u>
Fuel Consumption - gal/hr (L/hr) -----	5.6 (21.2)	5.8 (22)	6 (22.7)	6.2 (23.5)
Fuel Return - gal/hr (L/hr) -----	9 (34.1)	9.5 (36)	9.9 (37.5)	10.3 (39)
Fuel Supply - gal/hr (L/hr) -----	14.6 (55.3)	15.3 (57.9)	15.9 (60.2)	16.5 (62.5)
Fuel Pressure - lb/in ² (kPa) -----	3 (20.7) - 6 (41.4)			
Minimum Line Size - Supply - In. -----	.50 Schedule 40 Steel Pipe			
Pipe Outer Diameter - In (mm) -----	0.848 (21.5)			
Minimum Line Size - Return - In. -----	.375 Schedule 40 Steel Pipe			
Pipe Outer Diameter - In (mm) -----	0.675 (17.1)			
Maximum Allowable Fuel Pump Suction Lift with clean Filter - In H ₂ O (mH ₂ O) -----	31 (0.8)			
Maximum Allowable Fuel Head above Fuel pump, Supply or Return - ft (m) -----	4.5 (1.4)			
Fuel Filter Micron Size -----	2			
<u>Heater System</u>	<u>Standard</u>		<u>Optional</u>	
Engine Coolant Heater				
Wattage (Nominal) -----	1000		1000	
Voltage - AC, 1 Phase -----	115 (+5%, -10%)		230 (+5%, -10%)	
Part Number -----	[C122188]		[C122192]	
<u>Air System</u>	<u>2350</u>	<u>2600</u>	<u>2800</u>	<u>3000</u>
Combustion Air Flow - ft. ³ /min (m ³ /min) -----	166 (4.7)	186 (5.3)	202 (5.7)	218 (6.2)
Air Cleaner	<u>Standard</u>		<u>Optional</u>	
Part Number -----	[C03249]		[C03327]	
Type -----	Indoor Service Only, with Shield		Canister, Single-Stage	
Cleaning method -----	Washable		Disposable	
Air Intake Restriction Maximum Limit				
Dirty Air Cleaner - In H ₂ O (kPa) -----	10 (2.5)		10 (2.5)	
Clean Air Cleaner - In H ₂ O (kPa) -----	5 (1.2)		5 (1.2)	
Maximum Allowable Temperature (Air To Engine Inlet) - °F (°C) ^[4] -----	130 (54.4)			
<u>Lubrication System</u>				
Oil Pressure - normal - lb/in ² (kPa) -----	50 (345) - 95 (655)			
Low Oil Pressure Alarm Switch - lb/in ² (kPa) -----	20 (138)			
In Pan Oil Temperature - °F (°C) -----	220 (104) - 245 (118)			
Total Oil Capacity with Filter - qt (L) -----	15.5 (14.7)			
<u>Lube Oil Heater</u>	<u>Optional</u>		<u>Optional</u>	
Wattage (Nominal) -----	150		150	
Voltage -----	120V (+5%, -10%)		240V (+5%, -10%)	
Part Number -----	C04430		C04431	
<u>Performance</u>	<u>2350</u>	<u>2600</u>	<u>2800</u>	<u>3000</u>
BMEP - lb/in ² (kPa) -----	88 (607)	83 (572)	82 (565)	80 (552)
Piston Speed - ft/min (m/min) -----	1958 (597)	2167 (661)	2333 (711)	2500 (762)
Mechanical Noise - dB(A) @ 1m -----	C131537			
Power Curve -----	C131089			

¹Based on Nominal System. Back pressure flow analysis must be done to assure maximum allowable back pressure is not exceeded. (Note: minimum exhaust pipe diameter is based on: 15 feet of pipe, one 90° elbow, and a silencer pressure drop no greater than one half of the maximum allowable back pressure.) ⁴Review for horsepower derate if ambient air entering engine exceeds 77°F (25°C). [] Indicates component reference part number.

ANEXO 16: Especificación Técnica del Concretado de Espuma



CENTURION^{C6} 3%

Espuma formadora de película acuosa resistente al alcohol

NFC440

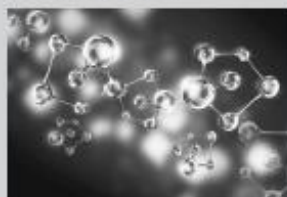
Promesa

Rendimiento contra incendios y ambiental fiable

National Foam se enorgullece de la manera abierta y honesta en que realiza sus negocios en todo el mundo. Nuestros concentrados de espuma son una extensión de nuestras creencias éticas y nos enorgullece ser el fabricante de espumas responsable al equilibrar el alto rendimiento con un impacto mínimo en el ambiente.

Tecnología C6

La espuma formadora de película acuosa resistente al alcohol (AR-AFFF) responsable ante el ambiente, Centurion^{C6} 3%, se utiliza a una concentración de un 3% para extinguir incendios tanto de hidrocarburos como de solventes polares (miscibles con agua). Los C6 surfactante con fluor se desarrollaron y refinaron de manera específica para disminuir el impacto en el ambiente sin disminuir el rendimiento. Esta nueva formulación demuestra la dedicación de National Foam a la flexibilidad superior, al rendimiento en la extinción de incendios y a la responsabilidad ambiental. Es adecuada para utilizarse con agentes extintores compatibles de polvo seco.



☑ Concentrado de espuma responsable ante el ambiente.

☑ Adecuado para utilizarse con agua dulce o agua de mar.

☑ Se utiliza en una concentración de un 3% en incendios de hidrocarburos y solventes polares (miscibles con agua)

☑ Adecuado para utilizarse con agentes extintores compatibles de polvo seco.

☑ Underwriters Laboratories, Inc.

☑ Underwriters Laboratories of Canada (ULC).

Centurion^{C6} 3% es un concentrado de AR-AFFF con un polímero biosintetizado especial. Este polímero se diseñó para llevar a cabo dos funciones. La primera es formar una membrana protectora entre el combustible y la espuma al entrar en contacto con el combustible miscible con agua, lo que hace posible la extinción. La segunda función es tornar la espuma más estable y resistente al calor, lo que resulta en mejor resistencia al retroquemado y capacidad para sellar, en comparación con AFFF convencionales. La formulación del concentrado se reconoce con los patentes estadounidenses 4.999.119 y 5.207.932.

Aplicaciones

Centurion^{C6} 3% se utiliza en sistemas contra incendios y aplicaciones manuales para extinguir una amplia gama de incendios clase B. Su versatilidad simplifica la extinción de combustibles clase B desconocidos. Entre las aplicaciones típicas se incluyen tanques de almacenamiento, estantes de carga, muelles, áreas de procesamiento, bodegas, derrames, etc. Centurion 3%

también es útil como agente humectante al combatir incendios clase A.

Propiedades físicas típicas

Aspecto.....Líquido viscoso de color amarillo paja
Gravedad específica a 25 °C (77 °F).....1,02
pH.....8,0
Viscosidad.....2400 cP*
Temperatura mínima de uso.....-2 °C (35 °F)
Temperatura máxima de uso.....49 °C (120 °F)
Punto de congelación.....-2 °C (28 °F)
*Varia ligeramente a 4 o 60 ppm. Viscosidad medida bajo diferentes condiciones de circulación variará debido a la viscosidad pseudoplástica de este producto en operaciones.

Almacenamiento y manipulación

Lo idóneo es almacenar Centurion^{C6} 3% en su contenedor de embarque original o en tanques u otros contenedores que se diseñaron para el almacenamiento de tales espumas. Los materiales de construcción que se recomiendan son acero inoxidable (tipo 304L o 316), polietileno laminado cruzado de alta densidad o poliéster de fibra de vidrio reforzado (resina de poliéster isoftálico) con un recubrimiento de capa interior de resina de viniléster (50 a 100 mils). Consulte el boletín técnico de National Foam NFB100 para obtener más información.

Los concentrados de espuma son sujetos a la evaporación, la cual se acelera cuando el producto se expone al aire. Los tanques de almacenamiento deben sellarse y estar equipados con una ventilla de vacío de presión para evitar el intercambio libre de aire. El ambiente de almacenamiento que se recomienda se encuentra dentro del rango de temperatura que indica UL entre 2 °C y 49 °C (35 °F y 120 °F). Al almacenar el producto en tanques de almacenamiento

CENTURION^{CF} 3%

Esuma formadora de película acuosa resistente al alcohol

atmosféricos, el contenido deberá cubrirse con 6,35 mm (1/4 in) de aceite para sello de National Foam para asegurar de que aire no entre en contacto con el concentrado de espuma. Se recomienda el uso del aceite para sello solo en tanques de almacenamiento estacionarios. Consulte la hoja de datos del producto de National Foam NFC950 para obtener más información.

Centurion^{CF} 3% es estable ante la congelación o la descongelación. Si el producto llegara a congelarse durante el embarque o el almacenamiento, no se espera ninguna pérdida en rendimiento al descongelarse.

Se recomienda que Centurion^{CF} 3% no se mezcle con ningún otro tipo de concentrado de espuma en almacenamiento a largo plazo. Tales mezclas podrían resultar en cambios químicos en el producto y una posible disminución o pérdida de su habilidad para extinguir el incendio. La mayoría de las espumas expandidas son compatibles para aplicaciones contiguas durante un incidente.

Vida útil, inspección y comprobación

La vida útil de cualquier concentrado de espuma se maximiza mediante las condiciones de almacenamiento adecuadas y el mantenimiento. Entre los factores que afectan la vida útil se incluyen cambios

de temperatura fuertes, temperaturas extremas altas o bajas, evaporación, dilución y contaminación por cuerpos extraños. Se han probado concentrados de espuma AR-AFFF de National Foam almacenados de manera adecuada y no mostraron ninguna pérdida significativa de rendimiento contra incendios, aun después de 25 años.

La Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA) recomienda la comprobación anual de todas las espumas para extinguir incendios. National Foam ofrece un programa de servicio técnico para llevar a cabo tales pruebas. Consulte la hoja de datos del producto de National Foam NFC960 para obtener más información sobre el programa de servicio técnico, o comuníquese con su representante de National Foam.

Información ambiental y toxicológica

Centurion^{CF} 3% no contiene ingredientes que deban informarse según la Ley de Enmiendas y Resautorizaciones de Superfinanciamiento (SARA), título III, sección 313 de 40 CFR-372 o la Ley Exhaustiva de Responsabilidad, Compensación y Responsabilidad Civil Ambiental (CERCLA) al 1 de julio de 1995.

Los concentrados de National Foam no contienen PFOS de acuerdo con el programa de administración 2010/2015 de USEPA.

Centurion^{CF} 3% es biodegradable. Sin embargo, igual que con cualquier sustancia, deben tomarse precauciones para evitar la descarga a aguas subterráneas, aguas superficiales o alcantarillas. Con previo aviso, los sistemas locales de tratamiento biológico de alcantarillas pueden tratar Centurion^{CF} 3%. Puesto que las instalaciones varían mucho según el lugar, se debe realizar la eliminación de acuerdo con las regulaciones locales, estatales y federales. Consulte el boletín técnico de National Foam NFB110 para obtener más información.

Centurion^{CF} 3% no se ha probado en cuanto a toxicidad oral aguda, irritación primaria en los ojos o irritación primaria en la piel.

El contacto repetido con la piel eliminará los aceites de la piel y causará resequedad. Centurion^{CF} 3% es un irritante primario en los ojos y debe evitarse el contacto con los ojos. Se aconseja a los usuarios que utilicen equipo de protección. Si Centurion^{CF} 3% entra a los ojos, enjuague bien con agua y busque atención médica de inmediato. Para obtener más información, consulte la hoja de datos de seguridad NMS440 de Centurion^{CF} 3%.

Información para pedidos			
Contenedor	Peso de embarque	Dimensiones de embarque	Número de pieza
Cubetas de 19 litros (5 galones)	20,4 kg (45 lb)	0,032 m ³ (1,13 ft ³)	2130-2340-4
Tambores de 208 litros (55 galones)	222,3 kg (490 lb)	0,314 m ³ (11,1 ft ³)	2130-2481-4
Tanque bolso reutilizable de IBC de 1041 litros (275 galones)	1122,7 kg (2475 lb)	1,365 m ³ (48,2 ft ³)	2130-2725-4
Tanque bolso reutilizable de IBC de 1249 litros (330 galones)	1334,0 kg (2963 lb)	1,580 m ³ (55,8 ft ³)	2130-2330-4
A granel	1,02 kg/l (8,51 lb/gal)		2130-2001-4

RED ALERT[®] las 24 h: 610-363-1400 • Fax 610-431-7084

Página 2 de 2

National Foam
 350 East Union Street, West Chester, PA 19382, EE. UU.
 Correo electrónico: Info@nationalfoam.com
www.nationalfoam.com

National Foam opera un programa continuo de desarrollo de productos. Por lo tanto se reserva el derecho de modificar cualquier especificación sin previo aviso y deberá contactar a National Foam para asegurar de que se utilicen las ediciones actuales de todas las hojas de datos técnicos.
 © National Foam
 12/15 NFC440 (Rev. H)

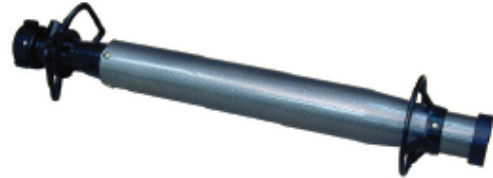
ANEXO 17: Especificación Técnica del Lanzador de Espuma

PC-31 AIR ASPIRATING FOAM NOZZLE

NDD130

Approvals: UL, ULC, NYC

- Self-Educting Versions Available
- Straight Bore Or Pattern Adjust Versions
- Marine Versions (Brass) & Lightweight Versions (Aluminum) Available
- Swivel Thread Mount
- 175 GPM - 310 GPM



Description

The PC-31 Air Aspirating Foam Nozzle is a lightweight, rugged performer designed to maximize flexibility and fire fighting capability. It is designed to be mounted on fixed or portable monitors but can also be used as a portable hand held nozzle. The air aspirating design produces superior foam with all foam types, resulting in increased expansion and longer drainage times than with non-air aspirating type nozzles. This results in premium foam blanket performance and stability for safer operation. Nozzle is normally provided with a straight stream discharge pattern. An optional spray attachment can be added to provide a pattern which is adjustable from full spray to straight stream, allowing the operator precise control of the foam application. The nozzle will flow 310 GPM (1174 LPM) @ 150 PSI (10.3 Bar) inlet pressure. The nozzle can be provided in lightweight aluminum or corrosion resistant brass with fused polyester powder coated finish, which provides UV protection and superior corrosion resistance even on aluminum nozzles.

The nozzle can be provided with an optional self-educting feature allowing foam concentrate to be drawn directly from pails, drums, or tanks. Since the PC-31 is designed as a foam nozzle, stream range is not impaired when using the self-educting feature.

Features

- High Capacity, air aspirating, monitor mounted foam nozzle
- Excellent foam production with Protein, Fluroprotein, AFFF & AR-AFFF type foams
- Can be provided in lightweight aluminum construction or brass for superior corrosion resistance and wear
- Superior nozzle reach allows safe placement remote from the hazard
- Suitable for operating pressures from 50 PSI to 200 PSI (3.5 Bar to 13.8 Bar)
- Available with fully adjustable straight stream/spray pattern, as an option.
- Can be provided with self-eduction option.

Applications

The PC-31 Air Aspirating Foam Nozzle is commonly mounted on manual, oscillating or remote controlled monitors, used for protection of product storage tanks, dike protection, process areas and loading racks. They are suitable for use on foam pumps, foam trailers and aerial apparatus, and also various marine applications such as tankers & barges, chemical carriers, fire boats, docks and offshore platforms. They are also used in hand line application of foam or water (typically a two fire fighter operation).

Technical Specifications

The PC Type Nozzle shall be an air aspirated design for use with all types of foam concentrates. Nozzle shall be suitable for handline operation as well as monitor mounting. To facilitate the use of the nozzle for hand line operation, the nozzle shall have a full ring type handle mounted in the front and a rotating dual handle in the back. The orifice shall be a shaped jet to improve the efficiency of the nozzle and shall flow 310 GPM (1174 LPM) @ 150 PSI (10.3 Bar) inlet pressure. Orifice shall be removable and held in place with a snap ring.

The nozzle shall be available with either a cast aluminum foam maker and aluminum discharge tube or a cast brass foam maker and brass discharge tube where superior corrosion resistance and wear are required. Nozzle shall be provided with a fused polyester powder coat finish for UV protection and superior corrosion resistance. Nozzle shall have a 2-1/2" NH or NPSH female swivel inlet.

The nozzle shall be provided as standard in a straight stream discharge configuration. As an option, the nozzle shall also be available with a fully adjustable spray pattern control assembly. Spray deflector shall be of the blabber mouth style and shall provide selection of nozzle discharge from full spray to straight stream.

PC-31 AIR ASPIRATING FOAM NOZZLE

NDD130

The PC-31 nozzle is designed to use foam solution generated at a separate source. However, it is available with an optional self-eductor with 3% or 6% pick-up, or a metering valve with 1%, 3% & 6% settings. Models incorporating the self-eductor shall include a 102" long pick-up tube with stainless steel wand and check valve.

Approvals and Listings

- UL Listed
- ULC Listed
- New York City Board of Standards and Appeals

Technical Information

Material of Construction:

Brass Model:

Foam Maker Cast Brass, ASTM B-62
 Discharge Tube Brass Tubing
 Deflector Cast Brass
 Deflector Rod Stainless Steel Tubing
 Swivel Gasket Buna N

Aluminum Model:

Foam Maker Cast Aluminum
 Discharge Tube Aluminum Tubing
 Deflector Cast Aluminum
 Deflector Rod Stainless Steel Tubing
 Swivel Gasket Buna N

Finish:

Abrasive Blast to SSPC-SP6. Chemical wash, rinse, and seal. Oven baked fusion coated poly-ester, 3 mils dry film thick-ness(DFT), gold (brass) or silver (aluminum) color

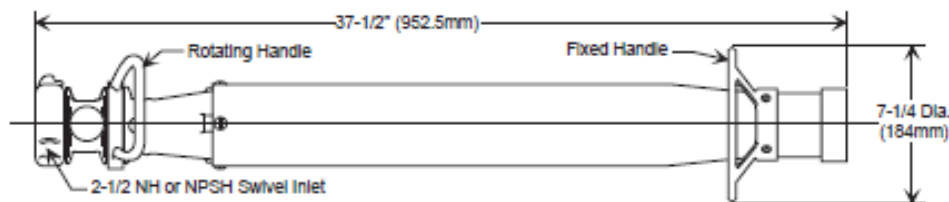
All Other Components...Natural Finish

Maximum Working Pressure:

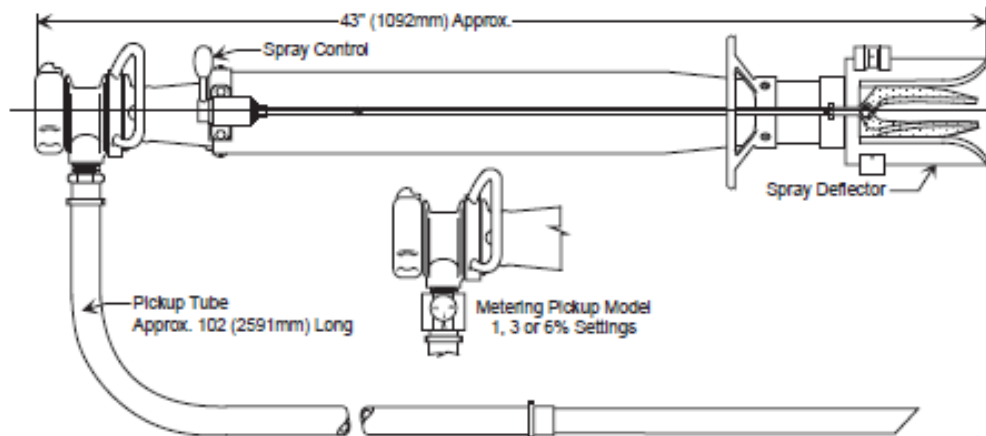
Brass Model..... 200 PSI (13.8 Bar)
 Aluminum Model.... 200 PSI (13.8 Bar)

Options

- Self-Educting
- Metering Valve
- Spray Attachment

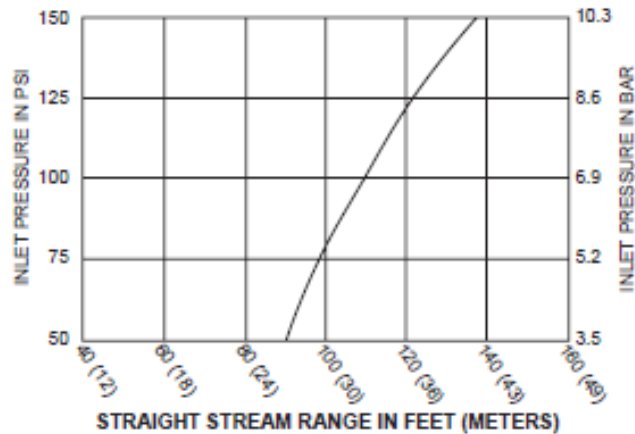


OUTLINE ASSEMBLY
STANDARD STRAIGHT STREAM NOZZLE

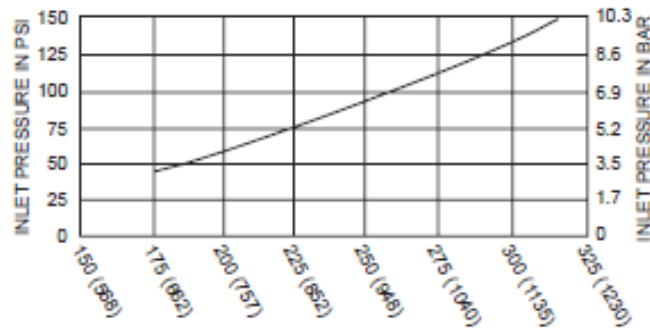


OUTLINE ASSEMBLY
OPTIONS - SELF-EDUCTING, METERING & SPRAY

**PC-31 AIR ASPIRATING
FOAM NOZZLE**
NDD130



PC-31 Nozzle - Straight Stream Range Characteristics



PC-31 Portable Nozzle - Water or Foam Solution Discharge Characteristics

RANGE vs. HEIGHT			
Nozzle Inlet Pressure PSI (Bar)	Max. Throw Range Ft (M)	Max. Height of Stream Ft (M)	Range at Max. Height Ft (M)
100 (6.9)	115 (35.1)	35 (10.7)	70 (21.3)
150 (10.3)	135 (41.1)	40 (12.2)	90 (27.4)
200 (13.2)	149 (45.1)	45 (13.7)	100 (30.5)

NOZZLE THRUST REACTION LBF (N)	
Inlet Pressure PSI (Bar)	LBF (N)
50 (3.5)	57 (254)
75 (5.2)	85 (378)
100 (6.9)	113 (503)
125 (8.6)	141 (627)
150 (10.3)	170 (756)
175 (12.1)	198 (881)
200 (13.8)	226 (105)

PC-31 AIR ASPIRATING FOAM NOZZLE

NDD130

ORDERING INFORMATION							
BRASS:							
Part Number	Discharge Percentage	Nozzle Pattern*	Inlet Thread Type**	Weight		Shipping	
				Lbs	(kg)	CubeFt ³	(m ³)
1251-1318-0	w/o Pick-Up Tube	STRM	FNH	26.5	12.0	1.3	0.04
1251-1318-2	w/o Pick-Up Tube	STRM	FNPSH	26.5	12.0	1.3	0.04
1251-1318-4	w/o Pick-Up Tube	MOS	FNH	37.5	17.0	1.4	0.04
1251-1318-8	3	STRM	FNH	30.8	14.0	1.3	0.04
1251-1319-2	3	MOS	FNH	41.8	18.9	1.5	0.05
1251-1319-6	6	STRM	FNH	30.8	14.0	1.3	0.04
1251-1320-0	6	MOS	FNH	41.8	18.9	1.5	0.05
1251-1320-4	M	STRM	FNH	32.8	14.9	1.3	0.04
1251-1320-8	M	MOS	FNH	43.8	19.8	1.5	0.05

ORDERING INFORMATION							
ALUMINUM:							
Part Number	Discharge Percentage	Nozzle Pattern*	Inlet Thread Type**	Weight		Shipping	
				Lbs	(kg)	CubeFt ³	(m ³)
1251-1325-0	w/o Pick-Up Tube	STRM	FNH	9.5	4.3	1.3	0.04
1251-1325-2	w/o Pick-Up Tube	MOS	FNH	15.0	6.8	1.4	0.04
1251-1325-4	3	STRM	FNH	13.8	6.2	1.3	0.04
1251-1325-5	3	STRM	FNPSH	13.8	6.2	1.3	0.04
1251-1325-6	3	MOS	FNH	19.3	8.7	1.5	0.05
1251-1325-8	6	STRM	FNH	13.8	6.2	1.3	0.04
1251-1326-0	6	MOS	FNH	19.3	8.7	1.5	0.05
1251-1326-2	M	STRM	FNH	15.8	7.1	1.3	0.04
1251-1326-4	M	MOS	FNH	21.3	9.6	1.5	0.05

NOTE: All self-inducting nozzles come with a pick-up tube.

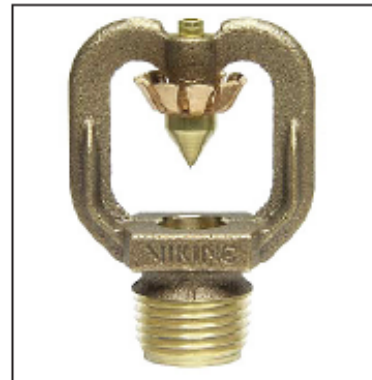
* STRM = Straight Stream Spray
MOS = Manual Operated Spray

** FNH = Female National Hose Thread
FNPSH = Female National Pipe Straight Hose Thread

ANEXO 18: Especificación Técnica de Boquillas Aspersoras

1. 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.



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

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 orificio. 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)

MATERIALES

Cuerpo: latón UNS-C84400

Separador: latón UNS-C36000

Casquillo (para las boquillas con factor K nominal 17, 26 y 33): latón UNS-C36000

Deflector: Bronce de fósforo UNS-C51000

Tomillo: latón UNS-C65100.

INFORMACIÓN DEL PEDIDO (consultar también la lista de precios Viking en vigor)

Para pedir las boquillas pulverizadoras modelo E seleccione primero la referencia de la base correspondiente al factor K y al ángulo de pulverización deseado. Añada a la referencia base el sufijo correspondiente al acabado deseado y, a continuación, el

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



sufijo "Z" para boquillas abiertas.

Sufijo de acabado: Latón = A, Recubrimiento de níquel electroless = J

Sufijo de temperatura: ABIERTA = Z

Por ejemplo, la boquilla de pulverización VK810 con un factor K de 7,2 (103,7 métrico) y acabado de latón = Referencia 12867AZ

ACCESORIOS (ver la sección "Accesorios para rociadores" del Manual Viking de Ingeniería y Diseño)

Llaves para rociadores: Ref. 10896W/B (disponible desde el año 2000).

Tapones de protección (opcional): Consulte la página de datos técnicos 132a. Los tapones de protección se usan para evitar que en los conductos de agua se depositen sustancias extrañas que podrían afectar a la descarga de las boquillas. Los tapones se han diseñado para aliviar la presión cuando el sistema de conducciones está presurizado. Nota: los tapones de protección NO están listados por cULus ni tienen aprobación de FM.

5. INSTALACIÓN

ADVERTENCIA: Las boquillas pulverizadoras Viking modelo E están fabricadas y probadas para satisfacer los estrictos requisitos de los organismos de aprobación. Se han diseñado para instalarse de acuerdo con las normas de instalación reconocidas. Toda desviación de estas normas o cualquier alteración de las boquillas suministradas después de que salgan de la fábrica incluido, aunque no limitado al pintado, cromado, recubrimiento o modificación, puede afectar a su funcionamiento y anulará automáticamente las aprobaciones y la garantía de The Viking Corporation.

La Tabla de aprobaciones de la página 32c muestra las aprobaciones de las boquillas de pulverización modelo E para sistemas rociadores de agua y sistemas de diluio. Las aprobaciones que se indican están vigentes en el momento de la edición de este documento. Otras aprobaciones están en proceso.

Consulte con el fabricante.

- Las boquillas pulverizadoras se deben instalar de acuerdo con las últimas Notas Técnicas de Viking, los estándares más recientes de NFPA, FM Global, LPCB, APSAD, VdS u otras organizaciones similares, también con la normativa gubernamental aplicable. La aprobación final de todos los sistemas debe obtenerse de la autoridad local competente. El uso de ciertos tipos de boquillas pulverizadoras modelo E puede estar limitado a ciertos tipos de riesgo o a determinado tipo de estancia. Consultar a la autoridad competente antes de la instalación.
- Las boquillas deben manipularse con cuidado. Deben almacenarse en un lugar seco, a temperatura ambiente y en su embalaje original. No instale nunca una boquilla que se haya caído o dañado.
- En atmósferas corrosivas deben instalarse boquillas de pulverización resistentes a la corrosión.
- Para evitar daños mecánicos, las boquillas deben montarse en tuberías ya montadas.
- Antes de su instalación, asegúrese de tener el modelo y tipo adecuados, con el correspondiente factor K y ángulo de pulverización. Los deflectores están identificados con el número de modelo VK, el factor K nominal y el ángulo de pulverización.
 - Aplicar una pequeña cantidad de pasta o cinta de sellado en las roscas externas de la boquilla, con cuidado de no obstruir la entrada.
 - Instalar la boquilla en las conducciones fijas, usando únicamente la llave especial apropiada. Tenga cuidado de no apretarla en exceso o dañarla. NO use el deflector para enroscar la unidad en su accesorio.
- Se debe evitar que las boquillas sufran daños mecánicos y que entren sustancias extrañas en el orificio. Estas sustancias pueden acumularse y limitar u obstruir el paso de agua.

6. FUNCIONAMIENTO

Las boquillas pulverizadoras 3D modelo E aplican el agua sobre superficies expuestas verticales, horizontales, curvas e irregulares, enfriando exteriormente los objetos expuestos al fuego. El enfriamiento debe impedir la absorción de calor y, por consiguiente, evitar que se dañen las estructuras y que el fuego se propague a los objetos que hay que proteger. En algunas aplicaciones, se pueden utilizar las boquillas pulverizadoras modelo E para controlar o extinguir incendios en la zona protegida (dependiendo de la densidad de agua).

7. REVISIONES, PRUEBAS Y MANTENIMIENTO

NOTA: El propietario es el responsable de mantener el sistema y los dispositivos de protección contra incendios en correctas condiciones de funcionamiento. Como requisitos mínimos de mantenimiento considerar las normas NFPA (es decir, NFPA 25) que describen el cuidado y el mantenimiento de los sistemas de rociadores. Además, deben seguirse las indicaciones que pueda emitir la autoridad competente.

- Las boquillas pulverizadoras deben inspeccionarse regularmente para detectar señales de corrosión, daños mecánicos, obstrucciones, pintura, etc. Cuando se instalen boquillas abiertas, comprobar que no hay sustancias extrañas (como polvo, suciedad, etc.) que limiten u obstruyan el paso de agua. La frecuencia de las inspecciones varía en función de la corrosividad de la atmósfera, el abastecimiento de agua y la actividad desarrollada en las proximidades del dispositivo. También se recomienda inspeccionar regularmente, en época de heladas, las boquillas con tapones de protección instaladas en exteriores porque la formación de hielo debido al agua condensada podría bloquear el tapón.
- Las boquillas que hayan sido pintadas en obra o sufrido daños mecánicos deben sustituirse inmediatamente. Las que presenten

Formulario _ No. F_062104-SP-060613



- signos de corrosión deben probarse y/o sustituirse inmediatamente según proceda. En caso de sustitución, utilizar siempre boquillas nuevas.
1. Desmontar la boquilla que se quiere sustituir con la llave especial correspondiente y montar la nueva. Asegúrese de la boquilla nueva tiene las características apropiadas en cuanto al modelo, tipo, factor K y ángulo de pulverización. Los deflectores están identificados con el número de modelo VK, el factor K nominal U.S. y el ángulo de pulverización. Para efectuar la sustitución, debe proporcionarse un armario con una llave y boquillas de repuesto de cada uno de los modelos utilizados en la instalación.
 - C. La forma de descarga de agua de la boquilla es crítica para una adecuada protección contra incendios. Por lo tanto, no debe colgarse o sujetarse nada que pueda obstaculizar la descarga. Cualquier tipo de obstáculo debe eliminarse de inmediato o, si fuera necesario, deberían instalarse boquillas adicionales.
 - D. Los sistemas de protección contra incendios que se han visto afectados por un incendio deben ponerse nuevamente en servicio lo más rápidamente posible. Debe revisarse la totalidad del sistema para detectar daños y si fuera necesario, reparar o sustituir componentes. Las boquillas que, aunque sin activarse, hayan estado expuestas a altas temperaturas o a los compuestos corrosivos originados por la combustión, deben sustituirse. Para determinar los requisitos mínimos en cuanto a sustituciones, consulte a la autoridad competente.

8. DISPONIBILIDAD

Puede disponerse de la boquilla pulverizadora Viking modelo E y de sus accesorios a través de la red nacional e internacional de distribuidores. Busque su distribuidor más próximo en www.vikingcorp.com o póngase en contacto con Viking.

9. GARANTÍA

Las condiciones de la garantía de Viking se encuentran en la lista de precios en vigor, en caso de duda contacte con Viking directamente.



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

Acabados disponibles: latón o recubrimiento de níquel electroless⁸

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 Nº 89-02-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).

Se requiere un filtro con una perforación máxima de 1/8" (3,2 mm) para la aprobación FM.

⁸ Para la resistencia a la corrosión.

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

CRITERIOS DE DISEÑO
(Ver también tabla de aprobaciones en la pág. 32c)

Colocación de la boquilla

Cuando las autoridades competentes exijan que el agua incida directamente sobre toda la superficie a proteger, las boquillas deberían separarse y orientarse de forma que la descarga cubra completamente la superficie del objeto o el área protegida. Utilice la densidad media mínima requerida según el ángulo incluido, el factor K y la presión residual a la entrada de la boquilla. Las figuras 1a y 1b muestran la cobertura, para diferentes alturas, para cada ángulo de descarga. Recomendación: limitar la separación de las boquillas a un máximo de 3,6 m (12 pies) para las aplicaciones en interiores y a 3 m (10 pies) para aplicaciones en el exterior. Las recomendaciones anteriores se aplican a la protección contra la exposición de depósitos por fugas, por ejemplo depósitos según la sección 7.4.2 de NFPA 15 (2007).

Las figuras 6a y 6b muestran, para varios ángulos fijos, la distancia de la boquilla a la tangente del objeto a proteger. El ángulo fijo es el ángulo formado entre la vertical (0°) y la orientación de la boquilla. El ángulo de pulverización es el ángulo formado por el perfil de la descarga de la boquilla. La distancia máxima viene determinada por el punto en el que el ángulo de la descarga no varía en la posición vertical respecto a la tangente del ángulo fijo. Las distancias que se indican corresponden a una presión residual a la entrada de la boquilla de entre 1,4 bar (20 psi) y 4,1 bar (60 psi). Cuando se usan boquillas de pulverización Viking modelo E para proteger depósitos, deben colocarse perpendicularmente a la superficie a proteger y a una distancia aproximada de 0,6 m (2 pies). La buena selección del ángulo de pulverización y del factor K con este método garantiza una protección más eficaz y reduce los efectos del viento y las corrientes de aire sobre la forma de la descarga.

Precauciones de instalación

Cuanto mayor es la distancia entre la boquilla y el plano que hay que proteger mayor es la probabilidad de que, por error de montaje, el eje longitudinal perpendicular al plano esté desplazado respecto al centro de éste. Tenga especial cuidado cuando coloque la boquilla lejos del plano de protección. Recomendación: superponga las descargas para añadir un factor de seguridad extra a la instalación.

Notas sobre los requisitos de presión (figuras 6a y 6b)

1. Si el ángulo de montaje es 0° (vertical descendente) sólo puede aplicarse una presión de trabajo entre 0,7 y 4,1 bar (10 a 60 psi).
2. Para otros ángulos de montaje diferentes de 0°, la presión de trabajo debe estar entre 1,4 y 4,1 bar (20 a 60 psi).
3. Sin embargo, salvo que se especifique lo contrario, si la distancia axial entre la boquilla y el plano a proteger no es mayor de 0,6 m (2 pies), puede aplicarse una presión de trabajo entre 0,7 y 4,1 bar (10 a 60 psi) para todos los ángulos de montaje.

Forma de la descarga

Los gráficos de las figuras 1a y 1b ilustran los perfiles de descarga de las boquillas de pulverización Viking modelo E con ángulos de pulverización de 65° a 180° para presiones de descarga entre 0,7 y 4,1 bar (10 y 60 psi). Cuando se aplican presiones más elevadas, la superficie de cobertura disminuirá porque la forma de la descarga tiende a retraerse. Antes de aplicar presiones de descarga superiores a 4,1 bar (60 psi), consultar con el servicio técnico de Viking.

En las figuras 6a y 6b se muestra la distancia axial máxima entre la punta de la boquilla y el plano tangencial que hay que proteger, por ángulo fijo de montaje. Estos datos son aplicables para presiones de descarga de entre 1,4 y 4,1 bar (20 a 60 psi). Se recomienda superponer las descargas para proteger contra la exposición en este método.

Filtros

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). Se requiere un filtro con una perforación máxima de 1/8" (3,2 mm) para la aprobación FM.

Importante: Consulte siempre el Boletín F_091699 – Manejo y mantenimiento de los Rociadores. Las boquillas Viking se deben instalar de acuerdo con las últimas Notas Técnicas de Viking, los estándares apropiados de NFPA, FM Global, LPCB, APSAD, VdS u otras organizaciones similares, también con la normativa gubernamental aplicable. La aprobación final de todos los sistemas debe obtenerse de la autoridad local competente.

DATOS TÉCNICOS

BOQUILLAS PULVERIZADORAS
MODELO E
VK810 - VK817

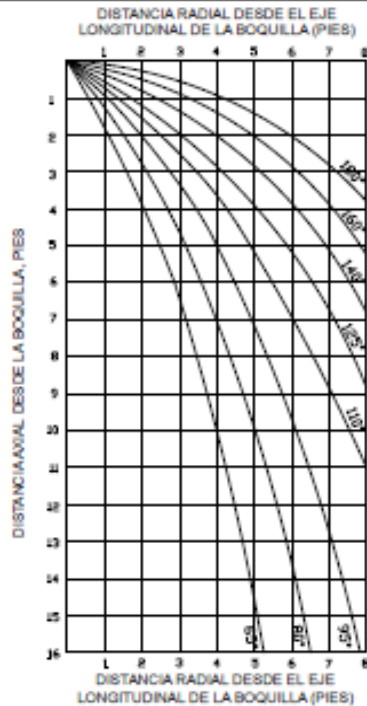


Figura 1a: Perfiles de descarga (pies)

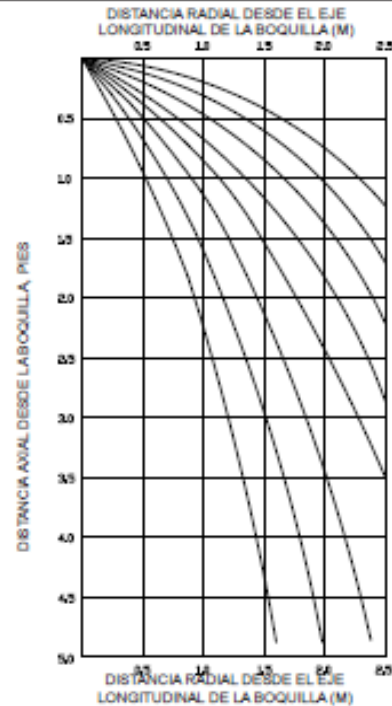


Figura 1b: Perfiles de descarga (metros)

NOTAS:

1. Los datos de diseño provienen de pruebas en aire en calma.
2. Los datos de diseño son aplicables para una presión (flujo) residual a la entrada de la boquilla de entre 10,7 y 4,1 bar (10 a 60 bar). Para presiones hasta 12 bar (175 psi), consulte con el servicio técnico de Viking. Para determinar la presión residual mínima exigida, consulte a la autoridad competente.
3. Las formas de los perfiles de descarga se mantienen esencialmente sin cambios por encima de las distancias axiales máximas indicadas en las páginas 32h-l.
4. Las distancias axiales máximas indicadas en las páginas 32h-l se basan en la protección contra la exposición.

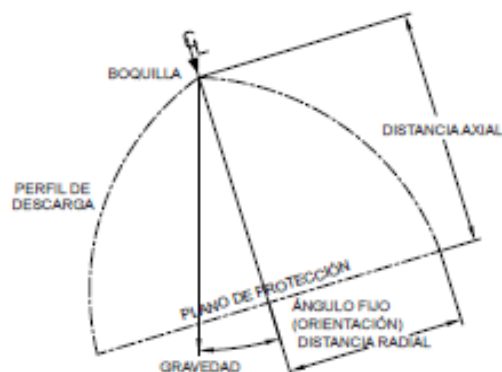
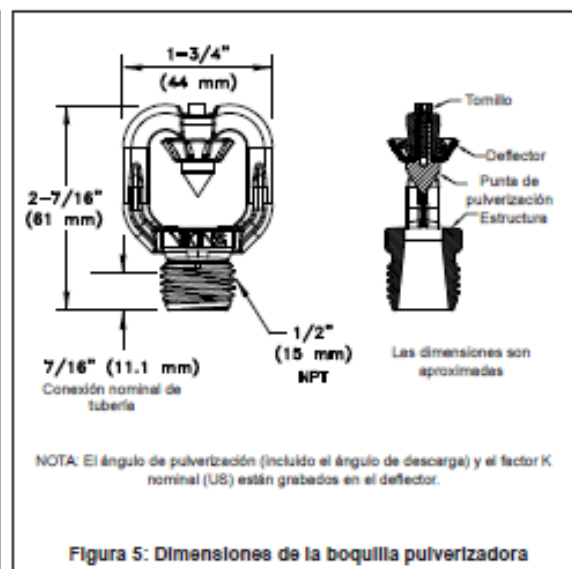
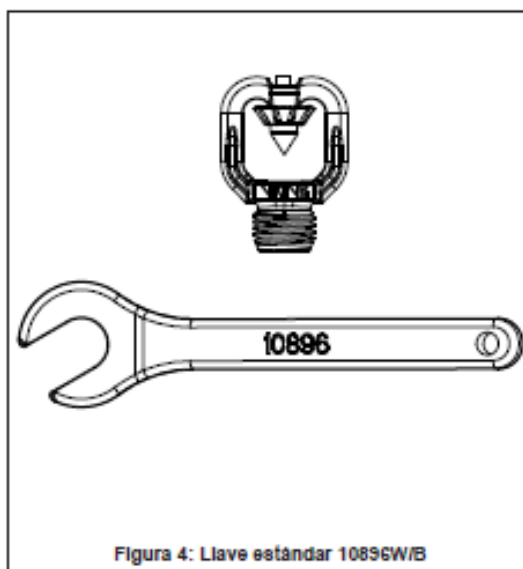
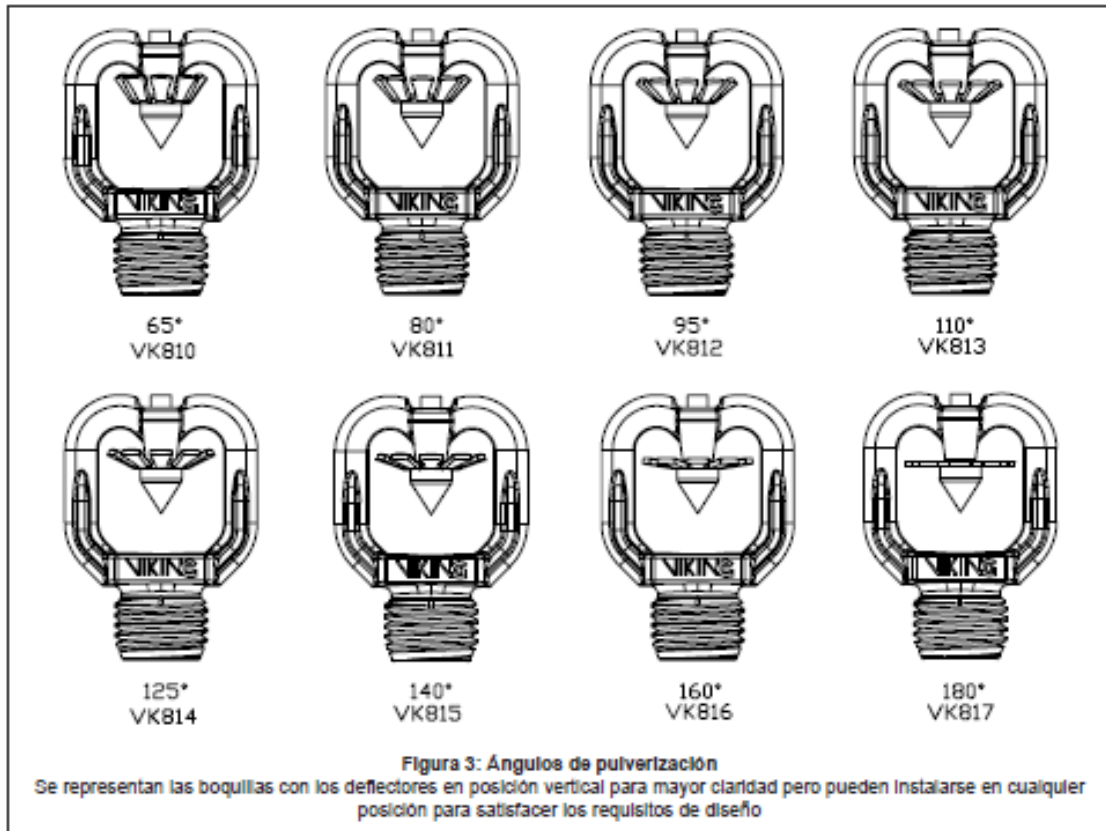


Figura 2: Perfil de descarga



DATOS TÉCNICOS

**BOQUILLAS PULVERIZADORAS
MODELO E
VK810 - VK817**





DATOS TÉCNICOS

**BOQUILLAS PULVERIZADORAS
MODELO E
VK810 - VK817**

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA UN ÁNGULO DE PULVERIZACIÓN DE 90° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FLO	FACTOR K							
	17.3	25.9	33.1	46.1	59.6	80.6	103.7	
0°	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	
30°	3.0	3.0	3.1	3.2	3.4	3.5	3.7	
45°	2.4	2.4	2.5	2.7	2.7	2.9	3.0	
60°	2.1	2.1	2.3	2.5	2.6	2.7	2.7	
90°	2.0	2.1	2.1	2.3	2.4	2.4	2.6	
120°	1.9	1.9	2.0	2.1	2.3	2.3	2.4	
135°	1.8	1.8	1.9	2.0	2.1	2.1	2.3	
150°	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.1	2.1	
180°	1.5	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.1	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA UN ÁNGULO DE PULVERIZACIÓN DE 120° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FLO	FACTOR K							
	17.3	25.9	33.1	46.1	59.6	80.6	103.7	
0°	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	
30°	1.4	1.4	1.5	1.6	1.8	2.1	2.2	
45°	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.8	2.0	
60°	1.1	1.1	1.1	1.2	1.5	1.7	1.8	
90°	0.9	0.9	1.0	1.1	1.4	1.4	1.7	
120°	0.5	0.5	0.5	1.0	1.1	1.1	1.2	
135°	0.5	0.5	0.7	0.9	1.1	1.1	1.1	
150°	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	
180°	0.4	0.5	0.5	0.8	0.8	0.9	1.0	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA UN ÁNGULO DE PULVERIZACIÓN DE 90° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FLO	FACTOR K							
	17.3	25.9	33.1	46.1	59.6	80.6	103.7	
0°	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	
30°	3.0	3.0	3.0	3.2	3.4	3.4	3.5	
45°	2.3	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3.0	
60°	1.8	1.9	2.0	2.1	2.1	2.4	2.5	
90°	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.3	2.4	
120°	1.5	1.6	1.8	1.8	2.0	2.0	2.1	
135°	1.4	1.6	1.7	1.8	1.9	1.9	2.0	
150°	1.3	1.4	1.4	1.7	1.8	1.8	1.8	
180°	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA UN ÁNGULO DE PULVERIZACIÓN DE 140° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FLO	FACTOR K							
	17.3	25.9	33.1	46.1	59.6	80.6	103.7	
0°	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	
30°	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7	1.7	1.8	
45°	1.0	1.1	1.1	1.3	1.4	1.5	1.6	
60°	0.7	0.7	0.8	1.1	1.2	1.3	1.4	
90°	0.6	0.6	0.6	0.9	1.1	1.1	1.2	
120°	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	
135°	0.5	0.5	0.5	0.7	0.8	0.8	0.9	
150°	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	
180°	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA UN ÁNGULO DE PULVERIZACIÓN DE 90° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FLO	FACTOR K							
	17.3	25.9	33.1	46.1	59.6	80.6	103.7	
0°	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	
30°	2.4	2.5	2.7	2.9	3.2	3.4	3.5	
45°	2.1	2.1	2.2	2.3	2.4	2.7	2.9	
60°	1.5	1.6	1.7	1.9	2.0	2.1	2.4	
90°	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.1	
120°	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	1.7	1.8	
135°	1.1	1.1	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	
150°	1.0	1.1	1.1	1.4	1.4	1.5	1.5	
180°	0.9	1.0	1.0	1.2	1.4	1.4	1.4	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA UN ÁNGULO DE PULVERIZACIÓN DE 160° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FLO	FACTOR K							
	17.3	25.9	33.1	46.1	59.6	80.6	103.7	
0°	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	
30°	4.3	4.2	4.2	4.3	4.4	4.4	4.5	
45°	0.9	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	1.2	
60°	0.6	0.6	0.6	0.8	0.9	1.0	1.0	
90°	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.8	0.9	
120°	NR	0.3	0.4	0.5	0.8	0.7	0.8	
135°	NR	NR	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	
150°	NR	NR	NR	0.3	0.4	0.5	0.5	
180°	NR	NR	NR	0.3	0.3	0.4	0.5	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA UN ÁNGULO DE PULVERIZACIÓN DE 110° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FLO	FACTOR K							
	17.3	25.9	33.1	46.1	59.6	80.6	103.7	
0°	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	
30°	2.0	2.0	2.2	2.5	2.7	2.8	3.0	
45°	1.7	1.8	2.0	2.1	2.3	2.4	2.6	
60°	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.1	2.2	
90°	1.2	1.2	1.4	1.5	1.7	1.8	2.0	
120°	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.4	1.5	
135°	0.8	0.8	1.0	1.1	1.3	1.4	1.4	
150°	0.8	0.8	0.9	1.1	1.1	1.3	1.4	
180°	0.7	0.8	0.9	0.9	1.1	1.2	1.3	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA UN ÁNGULO DE PULVERIZACIÓN DE 180° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FLO	FACTOR K							
	17.3	25.9	33.1	46.1	59.6	80.6	103.7	
0°	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	
30°	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	
45°	0.6	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	
60°	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	
90°	NR	NR	0.3	0.3	0.5	0.5	0.7	
120°	NR	NR	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	
135°	NR	NR	NR	0.3	0.3	0.4	0.5	
150°	NR	NR	NR	NR	0.3	0.4	0.4	
180°	NR	NR	NR	NR	NR	0.3	0.3	

NR = No recomendado

Figura 6b: Distancia máxima axial (metros) entre la punta de la boquilla y el plano a proteger contra la exposición

NOTAS SOBRE LAS FIGURAS 6a Y 6b:

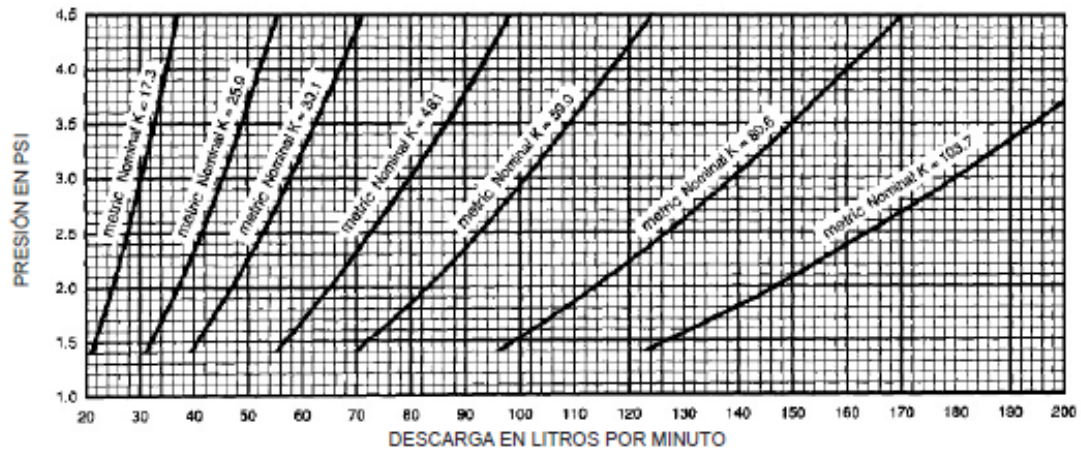
1. Si el ángulo de montaje es 0° (vertical descendente) sólo puede aplicarse una presión de trabajo entre 0,7 y 4,1 bar (10 a 60 psi).
2. Para otros ángulos de montaje diferentes de 0°, la presión de trabajo debe estar entre 1,4 y 4,1 bar (20 a 60 psi).
3. Sin embargo, salvo que se especifique lo contrario, si la distancia axial entre la boquilla y el plano a proteger no es mayor de 0,6 m (2 pies), puede aplicarse una presión de trabajo de 0,7 a 4,1 bar (10 a 60 psi) para todos los ángulos de montaje.

DATOS TÉCNICOS

BOQUILLAS PULVERIZADORAS
MODELO E
VK810 - VK817



NOTA: $Q = k \sqrt{p}$; donde "Q" = flujo en galones U.S. por minuto, "p" = presión en psi, y "K" es el coeficiente de descarga nominal.



NOTA: $Q = k \sqrt{p}$; donde "Q" = flujo en litros por minuto, "p" = presión en bar, y "K" es el coeficiente de descarga nominal.

Figura 7: Curvas de descarga nominal
(Para determinar la presión residual mínima exigida, consulte a la autoridad competente).

ANEXO 19: Especificación Técnica de Boquilla Autoeductora de 120 GPM

Foam Nozzles

Master Stream Foam Aeration Nozzles

- 3625 Master Stream Foam Nozzle**
 - For use with AFFF
 - Expansion rate up to 12:1
- 3626 Master Stream Foam Nozzle with Dispersion Jaws**
 - Specify Manual, Electric or Air Actuated Dispersion Jaws
 - Available without Dispersion Jaws
 - For use with AFFF
 - Expansion rate up to 12:1
- 3623 Dual Flow Automatic Master Stream Foam Nozzle**
 - Electric Actuated infinitely adjustable Dispersion Jaws
 - For use with AFFF
 - Expansion rate up to 12:1
- 3624 3 1/2" Dual Flow Automatic Master Stream Foam Nozzle**
 - Electric Actuated infinitely adjustable Dispersion Jaws
 - For use with FFFF
 - Expansion rate up to 6:1



Style 3625



Style 3626
With Manual Dispersion Jaws

Style	Inlet	Length	Weight lbs. (kg)	Flow	
				CPM	LPM
3625	2 1/2" (64 mm)	29 1/2" (738 mm)	6 1/4 (2.8 kg)	500* (250) at 100 psi	1900* (950) at 7 bar
3626	2 1/2" (64 mm)	28" (711 mm)	30 (4.5 kg)	800 or 1000 at 150 psi	3030 or 3800 at 10 bar
3623	2 1/2" or 3 1/2" (64 mm or 89 mm)	28" (711 mm)	34 1/4 (6.5 kg)	750/375 at 145 psi	2800/1420 at 10 bar
3624**	3 1/2" (89 mm)	54" (1372 mm)	29 (13 kg)	1600/800 @ (90 psi) (120 psi)	6000/3000 @ (13 bar) (8 bar)

* Preset at 500 gpm, converts to 250 gpm
** for use with 3356 only

Foam Aeration Nozzles

- Combination Akrolite® and Pyrolite
- Units with pickup tube preset at 6% easily changed to 3%, 1% or 3%
- Expansion rate up to 14:1
- Pressure rated at 100 psi (7 bar)

- 3602 Foam Nozzle**
 - Flows 60 GPM (230 lpm)
- 3601 Foam Nozzle with Pickup Tube**
- 3952 Foam Nozzle**
 - Flows 95 GPM (360 lpm)
- 3951 Foam Nozzle with Pickup Tube**
- 3120 Foam Nozzle**
 - For use with Style 2120 Eductor
 - Flows 120 GPM (450 lpm)
- 3121 Foam Nozzle with Pickup Tube**
 - Flows 120 GPM (450 lpm)



Style 3952

Style 3951

Style	Inlet	Length	Weight lbs. (kg)	Flow at 100 PSI	
				CPM	LPM
3120	2 1/2" (65 mm)	41" (1040 mm)	5 (2.3 kg)	120	450
3121	2 1/2" (65 mm)	41" (1040 mm)	7 (3.2 kg)	120	450
3601	1 1/2" (38 mm)	30 1/2" (768 mm)	5 (2.3 kg)	60	230
3602	1 1/2" (38 mm)	30 1/2" (768 mm)	3 (1.4 kg)	60	230
3951	1 1/2" (38 mm)	38" (965 mm)	6 (2.7 kg)	95	360
3952	1 1/2" (38 mm)	38" (965 mm)	4 (1.8 kg)	95	360

Challenger™ Dual-Flow Foam Nozzle

Developed to meet the needs of aircraft rescue and firefighting nozzles.

- Dual-flow design: 60 gpm (230 lpm) and 120 gpm (460 lpm)
- Adjust flows by turning the flow control ring
- Aluminum air aspirating expansion tube with dispersion jaws

- 2001 Challenger Dual-Flow Foam Nozzle**
 - Inlet options: 1 1/2" (38 mm) threaded, Storz or 2 1/2" (65 mm) BIM
 - Threaded length: 24 1/2" (1040 mm), weight: 6 lbs (2.7 kg)
 - Expansion rate between 8:1 and 15:1



Style 2001
Shown with optional
Storz Inlet

Style	Inlet	Length	Weight lbs. (kg)	Flow at 100 PSI	
				GPM	LPM
2001	1 1/2" threaded, Storz or 2 1/2" BIM (38 mm or 65 mm)	24 1/2" (1040 mm)	6 (2.7 kg)	60 and 120	230 and 460

ANEXO 20: Especificación Técnica de Boquilla Autoeductora de 60 GPM

F60P BOQUILLA PARA ESPUMA MANUAL

NDD110

Certificaciones: UL, ULC

- 3% Y 6% Versiones
- Aspiración de aire compatible con todos los concentrados de espuma
- Peso ligero y portátil para la movilidad
- Acero inoxidable y bronce resistentes a la corrosión
- Autoeductora, no precisa proporcionador
- 42 - 73 GPM



Descripción

La F60P es una boquilla manual con aspiración de aire diseñada para maximizar la movilidad y la capacidad para combatir incendios. Al ser autoeductora, no se necesita un proporcionador separado que realice operaciones con espuma en donde haya un suministro de agua. El diseño con aspiración completa provee un rendimiento superior al de las boquillas sin aspiración, al maximizar la expansión de la espuma y la duración del drenaje un 25%.

Características

- Aspiración de aire compatible con todos los concentrados de espuma.
- Ligero y portátil: mayor movilidad.
- Acero inoxidable y bronce resistentes a la corrosión.
- Opera con agua dulce o de mar.
- Autoeductora, no precisa proporcionador.

Aplicaciones

La F60P puede usarse en cualquier lugar donde haya que aplicar espuma manualmente: áreas de tanques, unidades de procesamiento, plantas químicas, islas de carga, hidrantes con sistemas de espuma fijos, carretes de mangueras, etc. Los materiales resistentes a la corrosión están diseñados para soportar ambientes marítimos rigurosos y combatir incendios a bordo y en alta mar. Su construcción simple y resistente y su rendimiento fiable la hacen ideal para

el rescate de aviones y la extinción de incendios (ARFF, siglas en inglés), así también como para los departamentos de bomberos municipales.

Su diseño de aspiración de aire es adecuado para usar con todo tipo de concentrados de espuma de baja expansión: proteicas, fluoroproteicas AFFF y AR-AFFF.

Las boquillas F60P pueden usarse con cualquier tipo de equipo de proporcionamiento externo, incluso con proporcionadores de línea (eductores en línea). El eductor en línea compatible es de la serie HLP-6 de National Foam.

Certificaciones y Listados

- Underwriters Laboratories
- Underwriters Laboratories Canada

Especificaciones

La boquilla es portátil con aspiración de aire para usar con todo tipo de concentrados de espuma. Construida con acero inoxidable y bronce resistente a la corrosión, adecuados para ambientes marítimos. La capacidad nominal es de 60 gpm (227 lpm) a 100

psi (6,9 bar). Proporciona concentrado de espuma por sí misma al 3% o al 6%. El tubo de captación del concentrado de espuma debe tener una longitud de al menos 70 pulgadas (1778 mm) y estar construido con tubo de cloruro de polivinilo reforzado con alambre (PVC) con una varilla de acero inoxidable en el extremo. La boquilla debe estar en el listado de U.L. y U.L.C.

Información Técnica

Capacidad:

Minima	42 gpm at 50 psi (159 lpm at 3.5 bar)
Tasa	60 gpm at 100 psi (227 lpm at 6.9 bar)
Máxima	73 gpm at 150 psi (276 lpm at 10.3 bar)

Material de Construcción:

Boquilla	Bronce
Tubo de Captación	Alambre recubierto de PVC con una varilla de acero inoxidable

Peso: 8.5 lb (3.9 kg)

Acabado: Abrigo Limpio

PROPORCIONADOR EQUIPO EXTERNO COMPATIBLE RECOMENDACIÓN

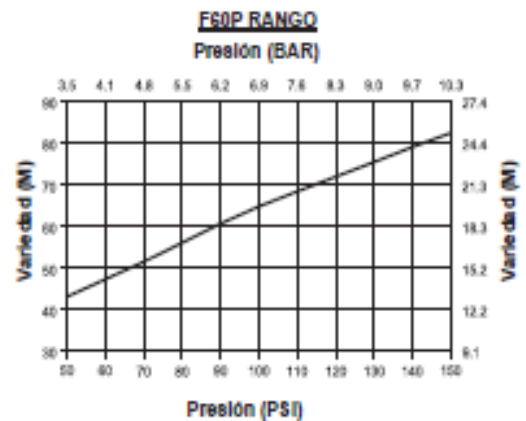
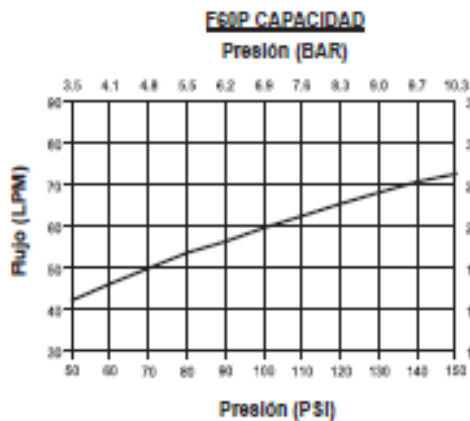
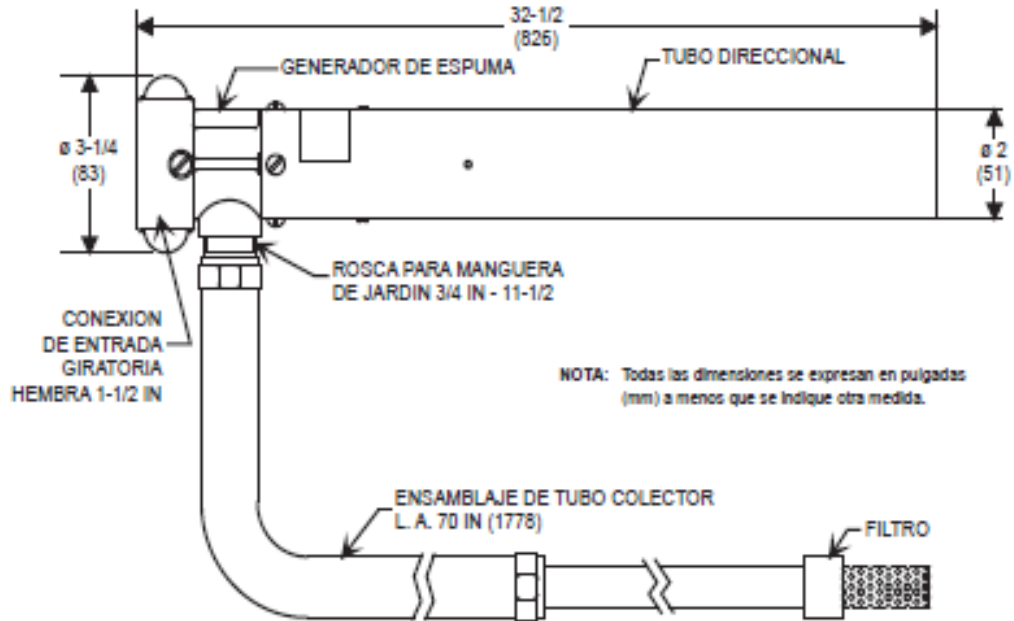
Boquilla	Proporcionadores en Línea	Tamaño de la Manguera (In)	Longitud de la Manguera* (ft)
F60P	HLP-6	1-1/2	350
F60P	HLP-6	1-3/4	450

* Longitud máxima de la manguera entre el dosificador de línea y boquilla con boquilla elevado no superior a 6 pies por encima del dosificador.

F60P

BOQUILLA PARA ESPUMA MANUAL

NDD110



INFORMACIÓN DEL PEDIDO	
Parte Número	Descripción
1251-0960-3	F60P 3% - 1-1/2" NH
1251-0960-6	F60P 6% - 1-1/2" NH
1251-0961-3	F60P 3% - 1-1/2" NPSH
1251-0961-6	F60P 6% - 1-1/2" NPSH