

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



**“DIMENSIONAMIENTO DE ASPERSORES Y CÁMARA 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 optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

ACCOSTUPA QUISPE, RAPHAEL HUGO

Villa El Salvador

2018

DEDICATORIA:

A mis padres Wilbert y Yolanda por todo el esfuerzo, cariño y apoyo en todo este tiempo de vida, a mis 7 hermanos que son las personas más importantes, especialmente a mi hermana milagros.

AGRADECIMIENTO:

A todos los profesores que me brindaron su apoyo y la formación académica como estudiante universitario para poder desarrollarme en un mundo de alta competitividad y afrontar nuevos retos con las enseñanzas aprendidas.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	10
1.2 Justificación del problema.....	11
1.2.1 Técnica.....	11
1.2.2 Económica	11
1.2.3 Social	11
1.3 Delimitación de la investigación	11
1.3.1 Teórica	11
1.3.2 Espacial.....	12
1.3.3 Temporal	12
1.4 Formulación del problema.....	12
1.4.1 Problema general	12
1.4.2 Problema específico	12
1.5 Objetivos.....	13
1.5.1 Objetivo general	13
1.5.2 Objetivo específico	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 Antecedentes	14
2.2 Marco teórico	16
2.2.1 Sistema contraincendios	16
2.2.2 Norma NFPA.....	19
2.2.3 Tanque de almacenamiento	19
2.2.4 Aspersores	23

2.2.5	Anillo de enfriamiento	24
2.2.6	Cámara de espuma	33
2.2.7	Anillo de espuma	34
2.3	Marco conceptual.....	42
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO		45
3.1	Análisis del sistema	45
3.2	Diseño en sistema de enfriamiento y de espuma	46
3.2.1	Sistema de enfriamiento	46
3.2.2	Sistema de espuma	72
3.2.3	Instalación, prueba y mantenimiento	80
3.2.4	Evaluación de costos	88
3.3	Consolidación de resultados	89
CONCLUSIONES		91
RECOMENDACIONES		92
BIBLIOGRAFÍA		93
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS		94
ANEXOS		95
	ANEXO N° 1: Data sheet de aspersores	96
	ANEXO N° 2: Data sheet de cámara de espuma	102
	ANEXO N° 3: Data sheet de espuma AFFF – 3%	108
	ANEXO N° 4: Certificado UL y FM de aspersores	111
	ANEXO N° 5: Certificado UL y FM de cámara de espuma	114
	ANEXO N° 6: Catálogo de tuberías	118
	ANEXO N° 7: Protocolo de prueba de aspersores y solución de espuma	124
PLANOS:		135

LISTADO DE TABLAS

Tabla N° 1: Clase de líquido inflamable	20
Tabla N° 2: Clase de líquido combustible.....	21
Tabla N° 3: Sistema de unidades.....	26
Tabla N° 4: Coeficiente de pérdida de fricción	31
Tabla N° 5: Equivalencia de longitud de tuberías y accesorios	32
Tabla N° 6: Equivalencia de longitud de válvula de diluvio.....	32
Tabla N° 7: Número de salidas de descarga de espuma	34
Tabla N° 8: Tasa de aplicación y tiempo mínimo de descarga	35
Tabla N° 9: Distancia de dique de espuma en techo flotante	36
Tabla N° 10: Parámetros del sistema de enfriamiento	45
Tabla N° 11: Parámetros del sistema de enfriamiento	46
Tabla N° 12: Característica de aspersor	50
Tabla N° 13: Datos nodo 1-2.....	52
Tabla N° 14: Datos nodo 2-3.....	52
Tabla N° 15: Datos nodo 3-4.....	53
Tabla N° 16: Datos nodo 4-5.....	53
Tabla N° 17: Datos nodo 5-6.....	54
Tabla N° 18: Datos nodo 6-7.....	54
Tabla N° 19: Datos nodo 7-8.....	55
Tabla N° 20: Datos nodo 8-9.....	55
Tabla N° 21: Datos nodo 9-10.....	56
Tabla N° 22: Datos nodo 10-11.....	56
Tabla N° 23: Datos nodo 11-12.....	57
Tabla N° 24: Datos nodo 12-13.....	57
Tabla N° 25: Datos nodo 13-14.....	58
Tabla N° 26: Datos nodo 14-15.....	58
Tabla N° 27: Datos nodo 15-16.....	59
Tabla N° 28: Datos nodo 16-17.....	59
Tabla N° 29: Datos nodo 17-18.....	60
Tabla N° 30: Datos nodo 18-19.....	60

Tabla N° 31: Datos nodo 19-20.....	61
Tabla N° 32: Datos nodo 20-21.....	61
Tabla N° 33: Datos nodo 21-22.....	62
Tabla N° 34: Datos nodo 22-23.....	62
Tabla N° 35: Datos nodo 23-24.....	63
Tabla N° 36: Datos nodo 24-25.....	63
Tabla N° 37: Datos nodo 25-26.....	64
Tabla N° 38: Datos nodo 26-tee.....	64
Tabla N° 39: Longitud equivalente de accesorios	66
Tabla N° 40: Datos en el Manifold de agua.....	66
Tabla N° 41: Hazen Williams en Excel 2013	67
Tabla N° 42: Perdida por fricción en Excel 2013	68
Tabla N° 43: Presión total en Excel 2013.....	68
Tabla N° 44: Descarga de boquilla en Excel 2013	68
Tabla N° 45: Caudal acumulado en Excel 2013	69
Tabla N° 46: Cuadro de resumen de nodos I	70
Tabla N° 47: Cuadro de resumen de nodos II	71
Tabla N° 48: Característica de cámara de espuma.....	74
Tabla N° 49: Longitud equivalente de accesorios	75
Tabla N° 50: Datos en cámara de espuma 1	76
Tabla N° 51: Datos nodo 1-2.....	76
Tabla N° 52: Longitud equivalente de montante.....	77
Tabla N° 53: Datos nodo 2 - TEE.....	77
Tabla N° 54: Longitud equivalente en Manifold de espuma	78
Tabla N° 55: Datos en Manifold de espuma.....	79
Tabla N° 56: Longitud equivalente en Manifold de espuma	80
Tabla N° 57: Torque en lb - pie	85
Tabla N° 58: Evaluación de costos	88
Tabla N° 59: Datos en sistema de enfriamiento	89
Tabla N° 60: Datos en sistema de espuma	90

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 : Tanque de almacenamiento de techo fijo	22
Figura 2: Tanque de almacenamiento de techo flotante	22
Figura 3: Detalle de boquilla aspersora.....	24
Figura 4: Angulo de descarga de agua	25
Figura 5: Perfil de descarga de agua.....	25
Figura 6: Distancia entre aspersores	27
Figura 7: Diámetro de distribución de aspersores	27
Figura 8: Cámara de espuma.....	33
Figura 9: Deflector de cámara de espuma.....	33
Figura 10: Detalle de sello de techo flotante.....	36
Figura 11: Dique de espuma	37
Figura 12: Vista de planta de dique de espuma.....	38
Figura 13: Distancia radial de aspersor.....	47
Figura 14: Equipo Manlift	81
Figura 15: Vista inferior de aspersores instalados.....	82
Figura 16: Detalle de agujeros en tanque	84
Figura 17: Detalle de montaje de cámara de espuma	84
Figura 18: Detalle de secuencia de ajuste.....	85
Figura 19: Vista exterior de cámara de espuma	86
Figura 20: Vista de deflector.....	86

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto consiste en el dimensionamiento de aspersores y cámara de espuma para el sistema contra incendio del tanque N° 68 de refinería Conchán para PETROPERÚ S.A, utilizando la norma NFPA.

Para desarrollar el dimensionamiento de aspersores y cámara de espuma es necesario tener en cuenta el área a proteger, el tipo de techo que contiene el tanque, dichos datos se toman en cuenta a partir de la geometría del tanque y los planos correspondientes. La norma NFPA rige criterios y parámetros mínimos como son la tasa mínima de aplicación tanto de agua y espuma que servirá para el desarrollo del caudal en los accesorios a seleccionar.

El primero capítulo consiste en el planteamiento de problema, descripción de la realidad, justificación técnica, económica y social, también incluye el objetivo principal y los objetivos específicos.

El segundo capítulo consiste en definir los antecedentes, base teórica y marco conceptual que se utilizaran en el presente trabajo.

El tercer capítulo consiste en realizar la memoria de cálculo y selección de los aspersores y la cámara de espuma teniendo en cuenta los criterios basados en la norma NFPA, finalmente se presentara una consolidación de los resultados obtenidos.

El autor

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

PETROPERÚ es una empresa de propiedad del Estado y de derecho privado dedicada al transporte, refinación, distribución y comercialización de combustibles y otros productos derivados del petróleo.

Su misión es proveer hidrocarburos de calidad a los mercados nacional e internacional, desarrollando innovación y responsabilidad socio-ambiental.

Su visión es ser una empresa líder de la industria peruana de hidrocarburos, autónoma e integrada desarrollando relaciones responsables efectivas con los grupos de interés.

En diciembre de 2017 en refinería Conchán se culminó con la construcción de dos tanques de almacenamiento de petróleo crudo, debido al incremento en la demanda de combustible y siendo así una zona altamente inflamable, tener un

sistema contra incendio controlado por dispositivos altamente calificados minimiza considerablemente escenarios de posibles incendios.

1.2 Justificación del problema

1.2.1 Técnica

Debido a la gran demanda de combustible y por consiguiente a la ampliación de tanques de almacenamiento, resulta relevante tener en cuenta que todos los dispositivos del sistema contra incendios estén seleccionados en base a normas y estándares internacionales.

1.2.2 Económica

Refinería Conchán cuenta con una Unidad de Destilación Primaria de una capacidad de 15,500 barriles por día y una Unidad de Destilación al Vacío de 10,000 barriles por día, por lo tanto suponiendo un incendio en un tanque de almacenamiento generaría una parada mínima de un día en la planta causando pérdidas económicas.

1.2.3 Social

Debido a las actividades que realiza Petroperú por parte de su personal y de acuerdo al decreto supremo N° 052-93-EM “Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos”, exigir dispositivos calificados y certificados para el sistema contra incendios de tanques de almacenamiento garantiza la seguridad ante una emergencia de incendio.

1.3 Delimitación de la investigación

1.3.1 Teórica

El presente trabajo desde un punto de vista teórico abarca la selección de aspersores y cámara de espuma que se empleara en el anillo de enfriamiento y de espuma respectivamente, en base a cálculos parámetros que establece la norma NFPA.

1.3.2 Espacial

Este trabajo consiste en el dimensionamiento de aspersores y cámara de espuma para el sistema contraincendios del tanque N° 68 de Refinería Conchán la cual se ubica en el km 26.5 de la Antigua Panamericana Sur, Distrito de Lurín.

1.3.3 Temporal

Comprendió el período de: enero 2017 – octubre 2017

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cómo realizar el dimensionamiento de aspersores y cámara de espuma para el sistema contra incendio del tanque N° 68 de refinería Conchán en base a la norma NFPA?

1.4.2 Problema específico

- ¿Cómo determinar la cantidad de aspersores y cámara de espuma en el tanque N° 68?
- ¿Cómo determinar el volumen de agua y espuma cuando ocurra un riesgo de incendio en el tanque de almacenamiento?
- ¿Cómo determinar el caudal mínimo de descarga en aspersores y cámara de espuma?

- ¿Cómo seleccionar los aspersores y cámara de espuma?
- ¿Cómo calcular el caudal y la presión mínima en el Manifold de agua y de espuma para distribuir el fluido en los anillos de enfriamiento y espuma?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Realizar el dimensionamiento de aspersores y cámara de espuma para el sistema contra incendio del tanque N° 68 de refinería Conchán en base a la norma NFPA.

1.5.2 Objetivo específico

- Determinar la cantidad de aspersores y cámara de espuma que corresponden al sistema de enfriamiento y espuma respectivamente.
- Determinar el volumen de agua y solución de espuma cuando ocurra un riesgo de incendio en el tanque de almacenamiento.
- Identificar los criterios basados en la norma NFPA para determinar el caudal mínimo de descarga en los aspersores y cámara de espuma.
- Seleccionar los aspersores y la cámara de espuma de acuerdo al catálogo de fabricante.
- Calcular el caudal y la presión mínima en el Manifold de agua y de espuma para distribuir el fluido en los anillos de enfriamiento y espuma.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Mendoza, L (2014). *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 de ingeniero en energía. Perú. Universidad del Callao, en sus conclusiones manifiesta:

- Se determinó la adecuada distribución de boquillas aspersores en el semitoroide concordante con la norma NFPA 15, lo que garantiza el correcto enfriamiento de la superficie expuesta al flujo de radiación térmica.
- Se logró calcular la dotación de espuma mínima requerida de 92.4 gal para la extinción de incendio dentro del tanque de almacenamiento como lo exige el D.S. 052-93-EM art. 91.

Bosquez, F (2013). *Diseño de un sistema contra incendios en base a la normativa NFPA, para la empresa metalúrgica ecuatoriana adelca c.a*. Tesis de grado.

Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en sus conclusiones manifiesta:

Al describir la situación actual de la empresa se verificó y se constató un sistemas contra incendios internos en cada una de sus áreas (agua , espumas AFFF) pero al mismo tiempo por ser una empresa grande y según las normativas legales vigentes contar con un sistema contra incendios externo es idóneo para contrarrestar cualquier tipo de peligro que en estas áreas se produzcan ya sea por causa de los cúmulos de chatarra ubicados exteriormente en grandes cantidades, productos químicos o algún tipo de combustible que combinado con algún otro material genere un conato de incendio.

Zepeda, J (2013). Metodología para el diseño o actualización de los sistemas contra incendios para la protección de tanques atmosféricos de almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles. Tesis de grado.Mexico.Instituto Politécnico Nacional, en sus conclusiones manifiesta:

Este trabajo recopila información de varias normas y estándares de modo que se puede utilizar como guía directa.

El haber realizado este trabajo deja como experiencia que la búsqueda de información de un tema en específico es inmensa, además que todo está normado por alguna entidad regulatoria, el cumplimiento de las recomendaciones que dan las normas de seguridad minimiza los riesgos y previenen un combate en caso del más alto riesgo.

El incumplimiento de las normas en una instalación pone en riesgo la seguridad de la locación, además de no cumplir con las normas nacionales.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Sistema contraincendios

Bosquez (2013), Un sistema de protección contra incendios es el conjunto de medidas que se disponen en edificaciones, fábricas, construcciones, y todo tipo de entidades para protegerlos contra la acción del fuego. Generalmente, con ellas se trata de conseguir tres fines:

- Salvar vidas humanas
- Minimizar las pérdidas económicas producidas por el fuego.
- Conseguir que las actividades de las empresas puedan reanudarse en el plazo de tiempo más corto posible.

Para poder determinar las medidas de prevención y protección necesarias para controlar los riesgos de incendio en las instituciones, se debe evaluar el grado de riesgo, para así, tomar las medidas adecuadas según el caso. Para esto se debe considerar lo siguiente:

- El riesgo de que el incendio se inicie.
- El riesgo de que el incendio se propague.

2.2.1.1 Elementos de sistema contraincendios

a) Monitores

Dispositivo que distribuye un gran caudal de agua o espuma. Se suele montar sobre la tubería matriz de agua que rodea al cubeto de tanques.

b) Hidrantes

Equipo que suministra gran cantidad de agua en poco tiempo. Permite la conexión de mangueras y equipos de lucha contra incendios, así como el llenado de las cisternas de agua de los bomberos. Se conecta y forma parte íntegramente de la red de agua específica de protección contra incendios del establecimiento a proteger.

c) Tanque Bladder

Tanque de concentrado de espuma equipado con una membrana interna que usa el flujo de agua a través de un dosificador tipo Venturi para controlar la velocidad de inyección de concentrado de espuma desplazando el concentrado de espuma dentro de la membrana con el agua fuera de la membrana.

DEMESA a través de su Manual de instalación contra incendio (2017), define que mientras el agua fluye a través de la cañería, se crea un diferencial de presión entre el torrente y el orificio vertedor del concentrado permitiendo la mezcla. Al incrementarse el torrente de agua, se incrementa análogamente el diferencial de presión, dejando pasar más concentrado. Es así que la mezcla adecuada, se consigue simplemente al dejar que las presiones del agua y del concentrado sean idénticas al entrar a la cámara de dosificación.

d) Bomba jockey

La bomba jockey es una bomba auxiliar de pequeño caudal diseñada para mantener la presión en la red contraincendios y evitar la puesta en marcha de las bombas principales en caso de pequeñas demandas generadas en la red.

e) Bomba principal

Una bomba principal contra incendios es un dispositivo especialmente diseñado que apoyada por un conjunto de dispositivos, permite el aporte de caudal y presión a un sistema contra incendios.

f) Válvula compuerta

Las válvulas de compuerta se utilizan cuando se requiere un dispositivo que permita interrumpir o cortar el paso de un fluido en una línea.

g) Válvula de diluvio

La válvula de diluvio controla la entrada del suministro de agua en las tuberías y los rociadores abiertos del sistema de diluvio. Es una válvula actuadora que se abre por la operación de un sistema de detección instalado en la misma área o zona de riesgo a proteger.

h) Manifold

Dispositivo que distribuye un gran caudal de agua o espuma.
Se suele montar sobre la tubería matriz de agua que rodea al cubeto de tanques.

2.2.2 Norma NFPA

La Norma NFPA (National Fire Protection Association), Asociación Nacional de Protección contra el Fuego es una organización fundada en Estados Unidos en 1896, encargada de crear, mantener las normas y requisitos mínimos para la prevención contra incendio. Durante la aplicación del proyecto se mencionara las siguientes normas:

- NFPA 11 - Norma para espuma de baja, media y alta expansión
- NFPA 15 - Norma para sistemas fijos aspersores de agua para protección contra incendios.
- NFPA 25 – Inspección, Prueba y Mantenimiento de sistemas de protección contra incendios a base de agua.
- NFPA 30 Código de líquidos inflamables y combustibles.

2.2.3 Tanque de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento son estructuras de forma cilíndrica, que son usadas para guardar o preservar líquidos combustibles, inflamables o gases a presión ambiente, por lo que en ciertos medios técnicos se les da el calificativo de tanques de almacenamiento atmosféricos.

2.2.3.1 Clase de líquidos de almacenamiento

a) Líquido inflamable

NFPA 30 (1996), define que cualquier líquido que posea un punto de inflamación por debajo de 100°F (37,8°C). Los líquidos inflamables deben clasificarse como Clase I de acuerdo con lo siguiente:

Cualquier líquido que posee un punto de inflamación por debajo de 100°F (37,8°C) y una presión de vapor que no supere los 40 lb/pulg² (2068,6 mm Hg) a 100°F (37,8°C).

Tabla N° 1: Clase de líquido inflamable

Líquido clase IA	Líquidos que poseen puntos de inflamación por debajo de 73°F (22,8°C) y puntos de ebullición por debajo de 100°F (37,8°C).
Líquido clase IB	Líquidos que poseen puntos de inflamación por debajo de 73°F (22,8°C) y cuyos puntos de ebullición son iguales o superiores a 100°F (37,8°C).
Líquido clase IC	Líquidos cuyos puntos de inflamación son 73°F (22,8°C) o superiores, pero inferiores a 100°F (37,8°C).

Fuente 1: NFPA 30 (1996)

b) Líquido combustible

NFPA 30 (1996), un líquido combustible se definirá como cualquier líquido que posee un punto de inflamación igual o superior a 100°F (37,8°C), los líquidos combustibles se clasifican en Clase II o Clase III.

Tabla N° 2: Clase de líquido combustible

Clase II	Líquido que posee un punto de inflamación igual o superior a 100°F (37,8°C) e inferior a 140°F (60°C).
Clase III A	Líquido que posee un punto de inflamación igual o superior a 140°F (60°C), pero inferior a 200°F (93°C).
Clase III B	Líquido que posee un punto de inflamación igual o superior a 200°F (93°C).

Fuente 2: NFPA 30 (1996)

2.2.3.2 Tipos de tanque de almacenamiento

a) Tanque de almacenamiento de techo fijo

El decreto supremo DS-052-93 Reglamento de Seguridad para almacenamiento de hidrocarburos define que los tanques atmosféricos de techo fijo, pueden tener techo auto soportado o por columnas, la superficie del techo puede tener forma de domo o cono. El tanque opera con un espacio para los vapores, el cual cambia cuando varía el nivel de los líquidos. Ventilaciones en el techo permiten la emisión de vapores y que el interior se mantenga aproximadamente a la presión atmosférica pero produciéndose pérdidas de respiración. Los tanques de techo fijo son usados para almacenar líquidos en los cuales los tanques de techo flotante no son exigidos. Este tipo de diseño de tanques requiere una protección contra incendios que proteja toda la superficie del líquido almacenado.

Figura 1 : Tanque de almacenamiento de techo fijo



Fuente 3: Refinería Conchán - Petroperú

b) Tanque de almacenamiento de techo flotante

El decreto supremo DS-052-93 Reglamento de Seguridad para almacenamiento de hidrocarburos define los tanques atmosféricos de techo flotante, son aquellos en que el techo flota sobre la superficie del líquido, eliminándose el espacio para los vapores. Los principales tipos de techo flotante son: Techos de cubierta simple con pontones, techos de cubierta doble con pontones, y techos flotantes internos que a su vez puede diferenciarse en techos flotantes internos rígidos y en sábanas flotantes.

Figura 2: Tanque de almacenamiento de techo flotante



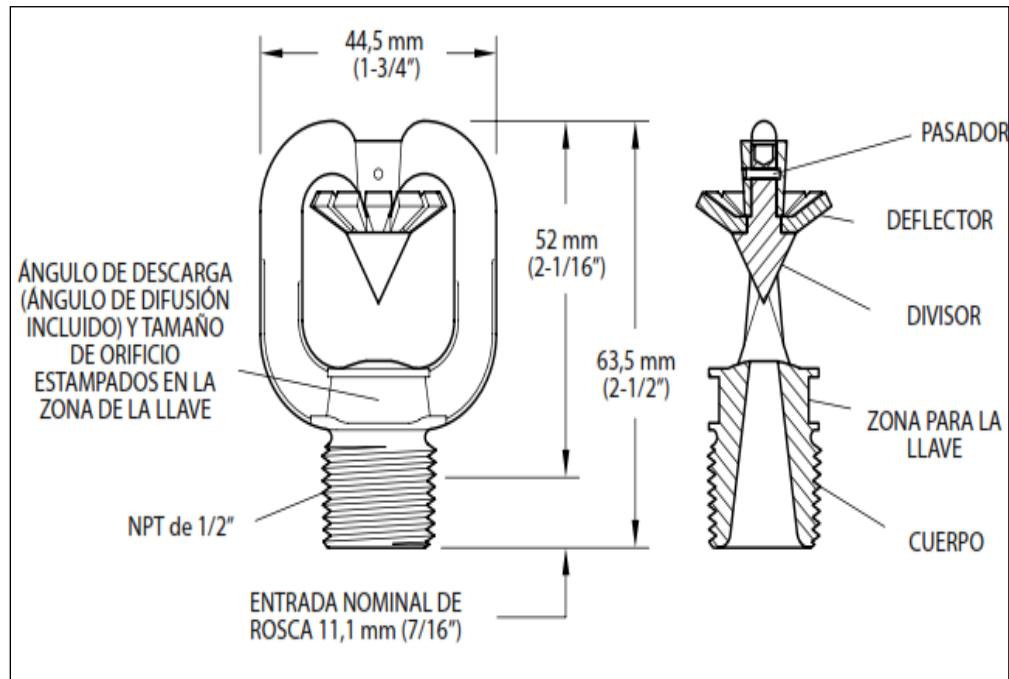
Fuente 4: Refinería Conchán – Petroperú

2.2.4 Aspersores

Son boquillas con deflector externo que producen una descarga cónica llena y uniforme con gotitas de agua a media velocidad.

ESONO (2010), Los sistemas de agua pulverizada se utilizan en la extinción de incendios de líquidos y gases, combustibles ordinarios, explosivos, en equipos eléctricos. Su utilización en tanques de almacenamiento de combustible, ayuda a anular la propagación del incendio en un tanque contiguo, evitando que la radiación emitida por el incendio aumente la temperatura de los tanques y se tengan nuevos incendios. El agua se descarga sobre la superficie de los tanques incendiados y los cercanos a éste. Descargan el agua a través de boquillas de pulverización de alta o baja velocidad. Las boquillas de baja velocidad rompen el chorro externamente, produciendo gotas pequeñas. Se usan principalmente para enfriamiento con ángulos de pulverización que pueden llegar a ser muy grandes, y un alcance limitado, por lo que se recomienda situarlas a muy poca distancia máxima de 0,7 metros del equipo a proteger. Las boquillas de alta velocidad rompen el chorro de agua internamente, produciendo gotas medianas. Se utilizan para extinción, con ángulos de pulverización pequeños, pero con mayor alcance que las boquillas de baja velocidad. Las características y restricciones en el diseño de los diferentes sistemas a base de agua se recogen en las normativas correspondientes.

Figura 3: Detalle de boquilla aspersora



Fuente 5: Catálogo Tyko Boquillas Protectospray® Tipo D3 (2016)

2.2.5 Anillo de enfriamiento

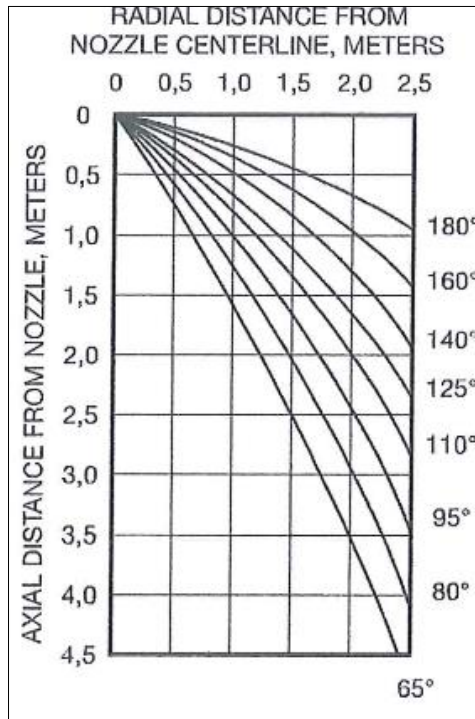
Conjunto de tuberías roladas y embridadas que tiene la función de enfriar el tanque de almacenamiento ante un riesgo de incendio.

NFPA 15 (2001), define que el sistema y el suministro de agua deben diseñarse para admitir agua dentro de la tubería y descargar efectivamente y sin demora agua pulverizada desde todas las boquillas abiertas.

2.2.5.1 Distancia axial

Longitud horizontal desde la boquilla del aspersor con el casco del tanque de almacenamiento, teniendo en cuenta el ángulo del aspersor.

Figura 4: Ángulo de descarga de agua

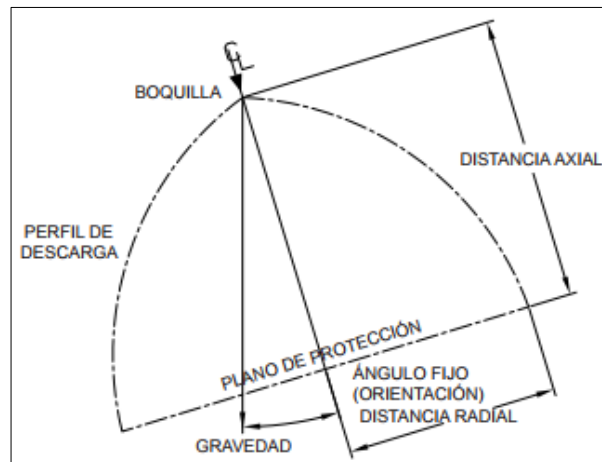


Fuente 6: Catálogo Tyko Boquillas Protectospray® Tipo D3 (2016)

2.2.5.2 Distancia radial

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

Figura 5: Perfil de descarga de agua



Fuente 7: Catálogo Tyko Boquillas Protectospray® Tipo D3 (2016)

Para el cambio de unidades se tendrá en cuenta la siguiente tabla:

Tabla N° 3: Sistema de unidades

Nombre de la Unidad	Símbolo de la Unidad	Factor de Conversión
metro	m	1 pie = 0.3048 m
mmilímetro	mm	1 pulg. = 25.4 mm
litro	L	1 gal = 3.785 L
decímetro cúbico	dm ³	1 gal = 3.785 dm ³
Pascal	Pa	1 psi = 6894.757 Pa
bar	bar	1 psi = 0.0689 bar
bar	bar	1 bar = 10 ⁵ Pa

Fuente 8: NFPA 11 (2005)

2.2.5.3 Traslape

Longitud entre la intersección de la distancia radial de dos aspersores continuos.

2.2.5.4 Distancia entre aspersores

NFPA 15 (2001), describe que las boquillas espaciadas (vertical u horizontalmente) no deben exceder a 10 pies (3m).

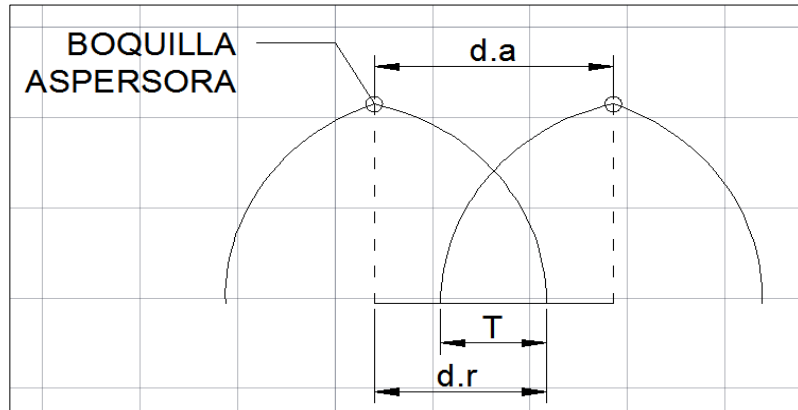
Por experiencia de ingeniería y diseño de campo se tomara un traslape de 0.4 m asegurando la cobertura de pulverización en la pared del tanque de almacenamiento.

$$d.a = 2 * d.r - T \dots\dots\dots \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

- d.a: Distancia entre aspersores (m).
- d.r: Distancia radial (m).
- T: Traslape (m).

Figura 6: Distancia entre aspersores



Fuente 9: Elaboración propia

2.2.5.5 Diámetro de distribución de aspersores

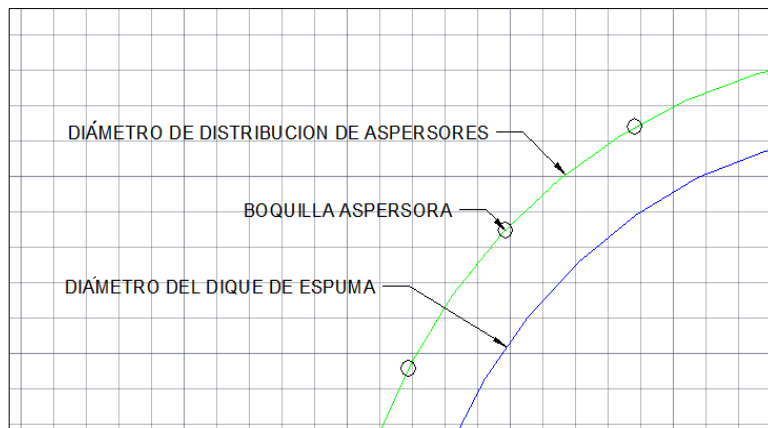
Corresponde al anillo de enfriamiento en el cual está distribuido los aspersores que rodea al tanque de almacenamiento.

$$\phi_A = 2 * (D.A) + \phi_T \dots\dots (Ecuación 2)$$

Donde:

- ϕ_A : Diámetro de distribución de aspersores. (m).
- D.A: Distancia axial del aspersor (m).
- ϕ_T : Diámetro del tanque de almacenamiento (m).

Figura 7: Diámetro de distribución de aspersores



Fuente 10: Elaboración propia

2.2.5.6 Longitud de anillo de enfriamiento

Corresponde a la longitud de circunferencia que conforman las boquillas aspersores.

$$L_{A.E} = \pi * \phi_A \dots\dots\dots \text{(Ecuación 3)}$$

Donde:

- $L_{A.E}$: Longitud del anillo de enfriamiento (m).
- ϕ_A : Diámetro de distribución de aspersores. (m).

2.2.5.7 Número de aspersores

$$N = \frac{L_{A.E}}{d.a} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 4)}$$

Donde:

- $L_{A.E}$: Longitud del anillo de enfriamiento (m).
- d. a: Distancia entre aspersores (m).

2.2.5.8 Área lateral del tanque de almacenamiento

$$A_{L.T} = \pi * \phi_T * H \dots\dots\dots \text{(Ecuación 5)}$$

Donde:

- $A_{L.T}$: Área lateral del tanque de almacenamiento (m^2)
- ϕ_T : Diámetro del tanque de almacenamiento (m).
- H : Altura del tanque de almacenamiento (m).

2.2.5.9 Densidad de diseño

NFPA 15 (2001), el rango general de tasas de aplicación de agua pulverizada que será aplicada a los sólidos o líquidos combustibles

más ordinarios van de 0.15 gpm/pie2 a 0.5 gpm/pie2 (6.1 (L/min)/m2 a 20.4(L/min)/m2) de superficie protegida.

2.2.5.10 Caudal mínimo requerido en el tanque de almacenamiento

Caudal mínimo requerido en toda la superficie lateral del tanque de almacenamiento.

$$Q_M = A_{L.T} * D_d \dots\dots\dots \text{(Ecuación 6)}$$

Donde:

- Q_M : Caudal mínimo requerido en el tanque de almacenamiento (gpm).
- $A_{L.T}$: Área lateral del tanque de almacenamiento (m^2).
- D_d : Densidad de diseño (gpm/pie2).

2.2.5.11 Volumen mínimo requerido en el tanque

$$V_M = Q_M * t \dots\dots\dots \text{(Ecuación 7)}$$

Donde:

- V_M : Volumen mínimo requerido en el la superficie lateral del tanque (gal).
- Q_M : Caudal mínimo requerido en el tanque de almacenamiento (gpm).
- t : Tiempo de duración (min).

2.2.5.12 Caudal mínimo por aspersor

$$Q_{m.a} = \frac{Q_M}{N} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 8)}$$

Donde:

- Q_M : Caudal mínimo requerido en el tanque de almacenamiento (gpm).
- N : Numero de aspersores

2.2.5.13 Presión mínima de operación

NFPA 15 (2001), la presión mínima de operación de cualquier boquilla que proteja riesgos exteriores será de 20 PSI (1.4 bares).

2.2.5.14 Fórmula de descarga de boquilla

NFPA 15 (2001), la descarga de una boquilla debe calcularse por la fórmula:

$$Q = K * \sqrt{P} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 9)}$$

Donde:

- Q : Caudal en gpm de la boquilla
- K : Coeficiente K de la boquilla (gal/(min.* psig^{0.5}))
- P : Presión total en PSI para el flujo Q

2.2.5.15 Selección de aspersores

La selección de aspersores se realizara de acuerdo al coeficiente de boquilla calculada y el ángulo de boquilla seleccionada (ver anexo 1), dicho resultado se encontrara y seleccionara con respecto al coeficiente K en catálogos comerciales.

2.2.5.16 Calculo hidráulico por perdida por fricción

NFPA 15 (2001), las pérdidas por fricción en la tubería deben determinarse sobre la base de la fórmula de Hazen y Williams:

$$P = \frac{4.52 * Q^{1.85}}{C^{1.85} * d^{4.87}} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 10)}$$

Donde:

- P : Resistencia a la fricción en psi por pie de tubería.
- Q : Flujo en gpm
- C : Coeficiente de pérdida por fricción
- d : Diámetro interno real de la tubería en pulgadas

El diámetro interno se tendrá en cuenta de acuerdo al catálogo de tuberías (ver anexo 6).

Tabla N° 4: Coeficiente de pérdida de fricción

Tubería	Valor "C"
Hierro de fundición no revestido o dúctil	100
Acero negro (sistemas húmedos)	120
Galvanizado (todo)	120
Plástico(listado) subterráneo	150
Fundición revestida en cemento o hierro dúctil	140
Tubo en cobre o acero inoxidable	150

Fuente 11: NFPA 15 (2001)

2.2.5.17 Longitud equivalente de tuberías

Las pérdidas en todos los accesorios deben calcularse siempre que exista un cambio de dirección de flujo.

Tabla N° 5: Equivalencia de longitud de tuberías y accesorios

Accesorios y Válvulas	¾"		1"		1 ¼"		1 ½"		2"		2 ½"		3"	
	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m
Codos de 45°	1	0.3	1	0.3	1	0.3	2	0.6	2	0.6	3	0.9	3	0.9
Codo Estándar de 90°	2	0.6	2	0.6	3	0.9	4	1.2	5	1.5	6	1.8	7	2.1
Codo de Vuelta Larga 90°	1	0.3	2	0.6	2	0.6	2	0.6	3	0.9	4	1.2	5	1.5
Te o Cruz (Flujo a 90°)	4	1.2	5	1.5	6	1.8	8	2.4	10	3.1	12	3.7	15	4.6
Válvula de Compuerta	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.3	1	0.3	1	0.3
Válvula Mariposa	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1.8	7	2.1	10	3.1
Válvula de Retención*	4	1.2	5	1.5	7	2.1	9	2.7	11	3.4	14	4.3	16	4.9

Accesorios y Válvulas	Accesorios y Válvulas Expresados en Pies Equivalentes (m)													
	3 ½"		4"		5"		6"		8"		10"		12"	
	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m	pies	m
Codo de 45°	3	0.9	4	1.2	5	1.5	7	2.1	9	2.7	11	3.4	13	4.0
Codo Estándar de 90°	8	2.4	10	3.1	12	3.7	14	4.3	18	5.5	22	6.7	27	8.2
Codo de Vuelta Larga 90°	5	1.5	6	1.8	8	2.4	9	2.7	13	4.0	16	4.9	18	5.5
Te o Cruz (Flujo a 90°)	17	5.2	20	6.1	25	7.6	30	9.2	35	10.7	50	15.3	60	18.3
Válvula de Compuerta	1	0.3	2	0.6	2	0.6	3	0.9	4	1.2	5	1.5	6	1.8
Válvula Mariposa	-	-	12	3.7	9	2.7	10	3.1	12	3.7	19	5.8	21	6.4
Válvula de Retención	19	5.8	22	6.7	27	8.2	32	9.8	45	13.7	55	16.8	65	19.8

Fuente 12: NFPA 15 (2001)

Tabla N° 6: Equivalencia de longitud de válvula de diluvio

Tamaño nominal pulgadas mm	Diámetro exterior real pulgadas mm	Longitud equivalente de la tubería	
		pies	Metros
1 ½ 40	1,900 48,3	3,00	0,914
2 50	2,375 60,3	9,00	2,743
2 ½ 65	2,875 73,0	8,00	2,438
76,1 mm	3,000 76,1	8,00	2,439
3 80	3,500 88,9	17,00	5,182
4 100	4,500 114,3	21,00	6,401
165,1 mm	6,500 165,1	22,00	6,706
6 150	6,625 168,3	22,00	6,706
8 200	8,625 219,1	50,00	15,240

Fuente 13: Catálogo de válvula de diluvio Victaulic (2015)

2.2.6 Cámara de espuma

Cámara de espuma o salida fija de descarga de espuma es dispositivos que se instalan permanentemente en los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles, su función es de producir e introducir solución de espuma (ver anexo N° 2).

Figura 8: Cámara de espuma



Fuente 14: Elaboración propia

La cámara de espuma tiene un deflector que tiene la función de dirigir el flujo de la solución de espuma sobre la pared del tanque de forma horizontal.

Figura 9: Deflector de cámara de espuma



Fuente 15: Elaboración propia

2.2.7 Anillo de espuma

Conjunto de tuberías roladas, accesorias e embridadas que tiene la función de transportar la solución de espuma al área afectada ante un posible incendio.

2.2.7.1 Salidas de descarga de espuma para techo fijo

NFPA 11 (2001), para proteger un líquido inflamable contenido en un tanque vertical de almacenamiento atmosférico o techo fijo (cono), las salidas de descarga deben estar conectadas al tanque. Cuando se requieren dos o más salidas de descarga, las salidas deben estar espaciadas igualmente alrededor de la periferia del tanque.

Tabla N° 7: Número de salidas de descarga de espuma

Diámetro del tanque		Número mínimo de salidas de descarga
m	pies	
Hasta 24	Hasta 80	1
Más de 24 a 36	Más de 80 a 120	2
Más de 36 a 42	Más de 120 a 140	3
Más de 42 a 48	Más de 140 a 160	4
Más de 48 a 54	Más de 160 a 180	5
Más de 54 a 60	Más de 180 a 200	6

Fuente 16: NFPA 11 (2001)

Tabla N° 8: Tasa de aplicación y tiempo mínimo de descarga

Tipo de hidrocarburo	Tasa mínima de aplicación		Tiempo mínimo de descarga(min)	
	L/min*m2	Gpm/pie2	Salida de descarga	Salida de descarga
			Espuma tipo I	Espuma tipo II
Punto de inflamación entre 37.8°C y 60°C (100°F y 140°C)	4.1	0.1	20	30
Punto de inflamación menor 37.8°C (100°F) o líquidos calentados por encima de sus puntos de inflamación	4.1	0.1	30	55
Petróleo crudo	4.1	0.1	30	55

Fuente 17: NFPA 11 (2001)

2.2.7.2 Salidas de descarga de espuma para techo flotante

NFPA 11 (2001), la aplicación de espuma desde salidas fijas de descarga se realiza por encima del cierre de zapata mecánico, un protector metálico contra intemperie o un cierre secundario.

Las salidas fijas de descarga de espuma situadas sobre el cierre de zapata mecánico, sobre un protector contra intemperie de cierre de tubo o sobre un cierre secundario se deben usar en conjunto con un dique de espuma.

Debe haber dos disposiciones aceptables cuando se utilizan salidas fijas de descarga de espuma:

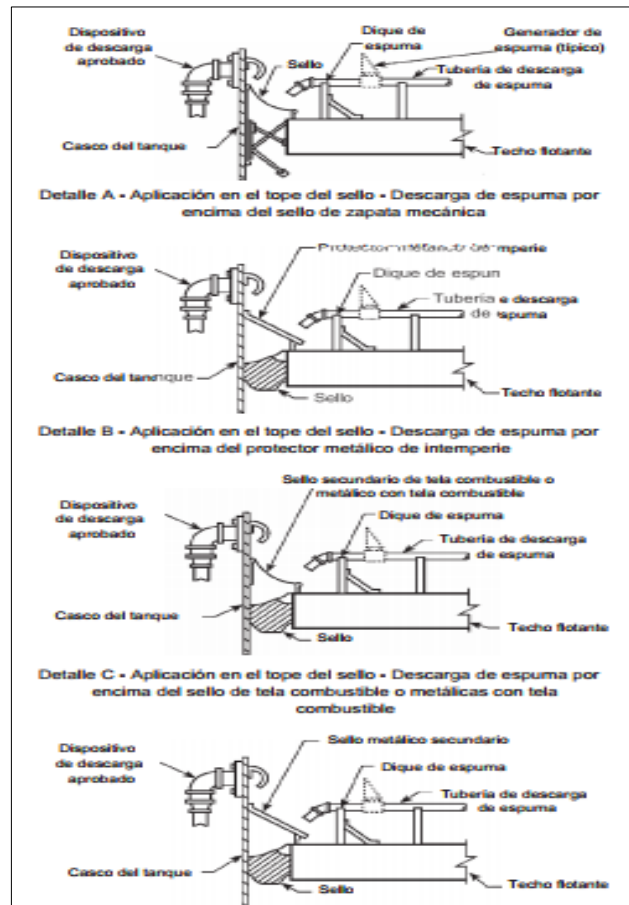
- Salidas fijas de descarga de espuma (normalmente Tipo II) montadas sobre el tope del casco del tanque.
- Salidas fijas de descarga de espuma montadas sobre la periferia del techo flotante.

Tabla N° 9: Distancia de dique de espuma en techo flotante

Tipo de cierre	Régimen mínimo de aplicación		Tiempo mínimo de descarga (m)	Espacio mínimo entre salidas de descarga			
	L/min*m2	gpm/pie2		Dique de espuma de 305 mm (12 pulg.)		Dique de espuma de 610 mm (24 pulg.)	
				m	pies	m	pies
Sello de zapata mecánico	12.2	0.3	20	12.2	40	24.4	80
Sello de tubo con protector metálico de intemperie	12.2	0.3	20	12.2	40	24.4	80
Sello secundario total o parcialmente combustible	12.2	0.3	20	12.2	40	24.4	80
Sello secundario todo metálico	12.2	0.3	20	12.2	40	24.4	80

Fuente 18: NFPA 11 (2001)

Figura 10: Detalle de sello de techo flotante



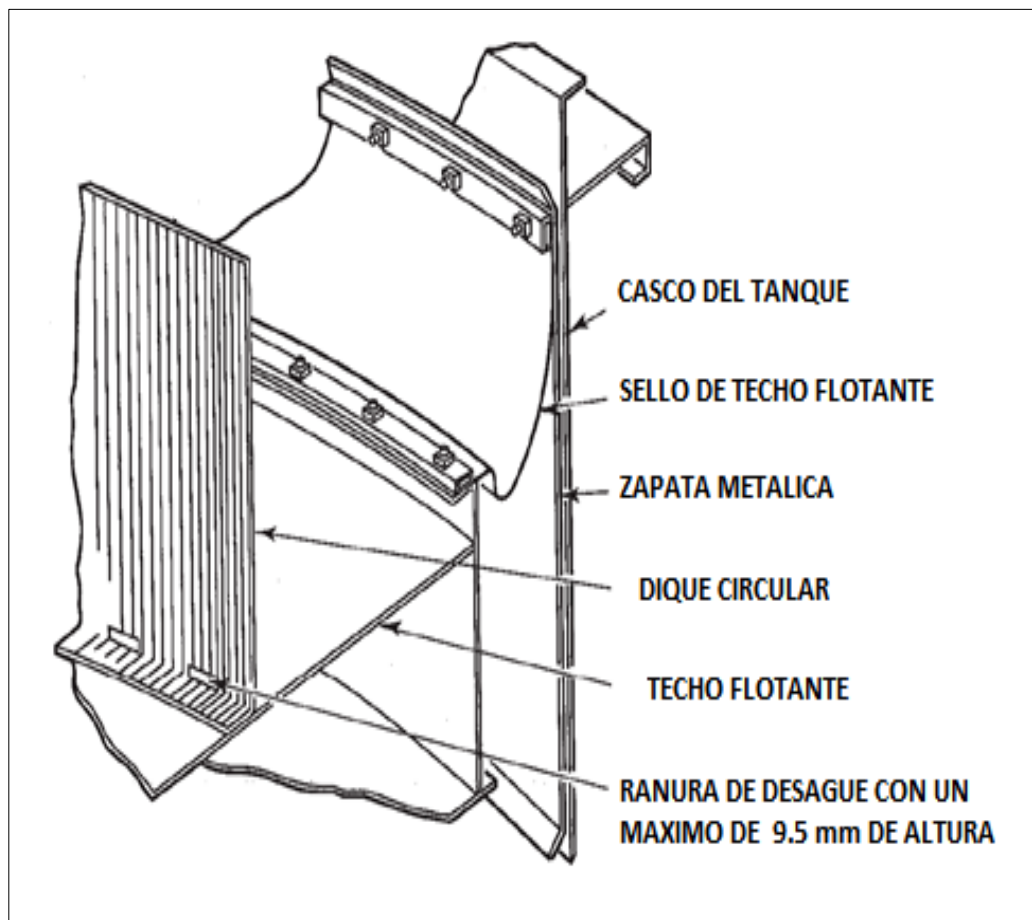
Fuente 19: NFPA 11 (2001)

Tanto las salidas fijas de descarga de espuma (montado en la pared) y los montados en el techo se muestran con fines ilustrativos. Aunque se muestran ambos métodos, solo se necesita uno.

2.2.7.3 Dique de espuma

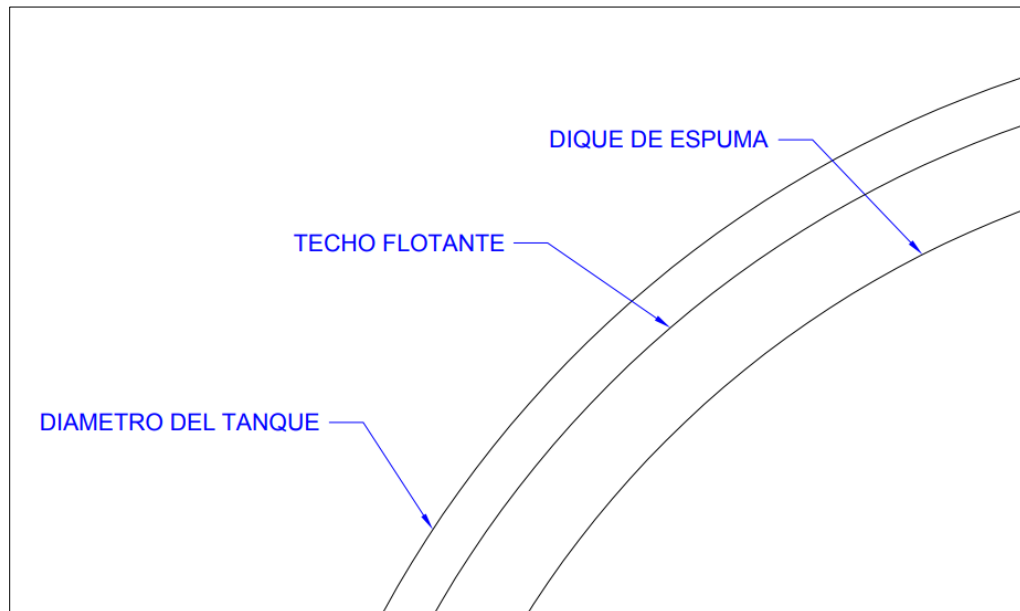
El dique de espuma es una pared metálica de 350 mm o 610 mm de altura que se encuentra en la superficie del techo flotante y sirve de contenedor de espuma.

Figura 11: Dique de espuma



Fuente 20: NFPA 11 (2001)

Figura 12: Vista de planta de dique de espuma



Fuente 21: Elaboración propia

2.2.7.4 Concentrado de espuma

Concentrados líquidos que mezclados en la proporción adecuada con agua, son capaces de producir una espuma mediante incorporación de aire con propiedades extintoras para la protección contra incendios.

a) Concentrado de espuma formante de película acuosa (AFFF).

Las espumas AFFF son listadas de acuerdo al porcentaje que hay que añadir al agua para extinguir combustibles hidrocarburos (no miscibles). Las proporciones listadas son el 1%, 3% y el 6%(ver anexo 3). El porcentaje indica cuanto espumógeno se ha de añadir al agua para formar la solución, 1 parte de concentrado en 99 partes de agua para el 1% AFFF y así sucesivamente.

b) concentrado de espuma de fluoroproteína formante de película (FFFP).

Las espumas FFFP son especiales, están diseñadas no sólo para extinguir hidrocarburos, sino que también son aptas para su aplicación sobre combustibles o productos químicos miscibles.

2.2.7.5 Área de zona de protección de espuma

Es el área que comprende entre el espacio del casco interior del tanque y el dique de espuma.

$$A_{Z.E} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \dots \dots \dots \text{(Ecuación 11)}$$

Donde:

- $A_{Z.E}$: Área de zona de protección de espuma (m²)
- D : Diámetro del tanque (m).
- d : Diámetro del dique de espuma (m).

2.2.7.6 Caudal mínimo de solución de espuma

Se debe tomar en cuenta la tasa mínima de aplicación de acuerdo al tipo de techo flotante o techo fijo.

De ser techo flotante tener en cuenta el tipo de sello.

De ser techo fijo tener en cuenta el tipo de hidrocarburo almacenado.

$$Q_{S.E} = R_A * A_{Z.E} \dots \dots \dots \text{(Ecuación 12)}$$

Donde:

- $Q_{S.E}$: Caudal mínimo de solución de espuma (lpm).

- R_A : Tasa mínima de aplicación (L/min*m2)
- $A_{Z.E}$: Área de zona de inflamación (m2)

2.2.7.7 Longitud del cilindro de tanque

Corresponde a la longitud de circunferencia del cilindro del tanque de almacenamiento.

$$L_{CT} = \pi * D_T \dots\dots\dots \text{(Ecuación 13)}$$

Donde:

- L_{CT} : Longitud del cilindro de tanque (m).
- D_T : Diámetro del tanque de almacenamiento (m).

2.2.7.8 Número de salidas de cámara de espuma

De ser el tanque de almacenamiento de techo fijo tener en cuenta el diámetro del tanque y la cantidad se describe en la tabla

De ser el tanque de almacenamiento de techo flotante tener en cuenta la altura del dique de espuma y realizar la siguiente formula:

$$N_{CE} = \frac{L_{CT}}{ESD} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 14)}$$

Donde:

- N_{CE} : Número de salidas de cámara de espuma
- L_{CT} : Longitud del cilindro de tanque (m).
- ESD : Espacio entre salidas de descarga de espuma según tabla (m)

2.2.7.9 Caudal mínimo de cada dispositivo de descarga de espuma

$$Q_{DE} = \frac{Q_{S.E}}{N_{CE}} \dots\dots\dots \text{(Ecuación 15)}$$

Donde:

- Q_{DE} : Caudal mínimo de cada dispositivo de descarga de espuma (lpm)
- Q_{SE} : Caudal mínimo de solución de espuma (lpm).
- N_{CE} : Número de salidas de cámara de espuma.

2.2.7.10 Selección de cámara de espuma

La selección de cámara de espuma se realizara de acuerdo al caudal mínimo de descarga, con ese dato ubicamos en los catálogos de cámara de espuma (ver anexo 2), de acuerdo al rango de flujos comerciales.

Tener en cuenta el modelo de cámara de espuma en referencia al tipo de techo.

2.2.7.11 Cálculos hidráulicos en línea de espuma

Los cálculos hidráulicos se deben realizar de acuerdo con NFPA 15. Se debe considerar que la solución de espuma tenga las mismas características hidráulicas que el agua.

Los cálculos hidráulicos para el concentrado de espuma deben hacerse de acuerdo con el manual de diseño del fabricante (ver anexo N° 2).

2.2.7.12 Pérdida por fricción

Las pérdidas por fricción se realizaran de acuerdo al ítem 2.2.5.16 y sus respectivas tablas.

2.2.7.13 Longitud equivalente de tuberías

La longitud equivalente de tubería se realizara de acuerdo al ítem 2.2.5.17.

2.3 Marco conceptual

- **Punto de ebullición:** Temperatura en la que la presión de vapor del líquido iguala la presión de vapor del medio en el que se encuentra.
- **Punto de inflamación:** Es el conjunto de condiciones (de presión, temperatura, mezcla de gases) en que una sustancia inflamable, produce suficientes vapores que al mezclarse con el aire, se inflamarían al aplicar una fuente de calor.
- **Incendio:** Fuego de grandes proporciones que arde de forma fortuita o provocada y destruye cosas que no están destinadas a quemarse.
- **Espuma:** Agente extintor efectivo en productos como líquidos combustibles, inflamables y sólidos. Sirve primordialmente para proporcionar una capa que impida que los vapores volátiles inflamables se mezclen con el aire o con el oxígeno.
- **Espumógeno:** elemento que mezclado con el agua provoca la espuma.
- **Efecto Venturi:** El efecto Venturi consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor. Si en dicho punto, se introduce el extremo de un conducto, se produce una aspiración del fluido.
- **Norma:** Una norma es un documento que contiene definiciones requisitos para ser tenido en cuenta por diseñadores.

Las normas pueden partir desde unos pocos párrafos hasta cientos de páginas las cuales están escritas por expertos en la materia. Las normas son consideradas voluntarias debido a que sirven como lineamientos a seguir, pero no están forzadas por la ley.

- **Presión:** Se define como la capacidad de fuerza que se ejerce sobre una unidad de área de una sustancia, o sobre una superficie.
- **Presión hidrostática:** La presión en un determinado punto de un fluido en reposo es igual en todas las direcciones. Esto es así debido a que, si hubiera una diferente presión en una dirección que en otra, el fluido estaría en movimiento y no en reposo.
- **Caudal:** El caudal volumétrico o tasa de flujo de fluidos es el volumen de fluido que pasa por una superficie dada en un tiempo determinado.
- **Prueba hidrostática:** Procedimiento usado para determinar la condición de un sistema para lo que está destinado por medio de la realización de pruebas físicas periódicas del sistema de protección de incendios tales como pruebas de flujo, pruebas de bombas de incendio, prueba de válvulas.

Estas pruebas se hacen después de la prueba de aceptación original a los intervalos específicos.

- **FM:** Factory Mutual (FM) es una compañía norteamericana global, líder en materia de prevención de pérdidas para grandes corporaciones en el mundo, dentro del mercado de propiedades en alto riesgo de protección, esta compañía certifica que los productos (aparatos y dispositivos eléctricos)

cumplan con los requisitos especiales que los hacen aptos para trabajar bajo condiciones extremas y en ambientes considerados peligrosos.

- **UL:** Underwriter Laboratories (UL) es una organización sin fines de lucro dedicada a la certificación y prueba de seguridad de productos y equipos. UL es uno de los asesores más reconocidos y acreditados del mundo.

CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Análisis del sistema

Tabla N° 10: Parámetros del sistema de enfriamiento

Distancia axial	1 metro
Angulo del aspersor	95°
Traslape de aspersores	0.55 metro
Diámetro de tubería de anillo de enfriamiento	4" y 6" Ø
Diámetro de tubería de montante	8" Ø
Tiempo de aplicación de agua	60 minutos
Diámetro del tanque de almacenamiento	45.84 metros
Altura del tanque de almacenamiento	19.2 m
Producto almacenado	crudo
Tipo de tubería	Tubería de acero ASTM A 53 cubierta en zinc por inmersión en caliente
Tipo de accesorios	Acero soldados a tope ANSI B 16.9

Fuente 22: PETROPERÚ

Tabla N° 11: Parámetros del sistema de enfriamiento

Diámetro del tanque de almacenamiento	45.84 metros
Diámetro de tuberías de anillo de espuma y montante	2 1/2" ø
Distancia entre dique de espuma y pared del tanque	0.8 m
Altura del dique de espuma	0.61 m
Producto almacenado	Crudo
Tipo de techo	Domo - flotante
Tipo de espumogeno	AFFF-3%
Tipo de sello	Sello secundario todo metálico
Tipo de tubería	Tubería de acero ASTM A 53 cubierta en zinc por inmersión en caliente
Tipo de accesorios	Acero soldados a tope ANSI B 16.9

Fuente 23: PETROPERÚ

3.2 Diseño en sistema de enfriamiento y de espuma

3.2.1 Sistema de enfriamiento

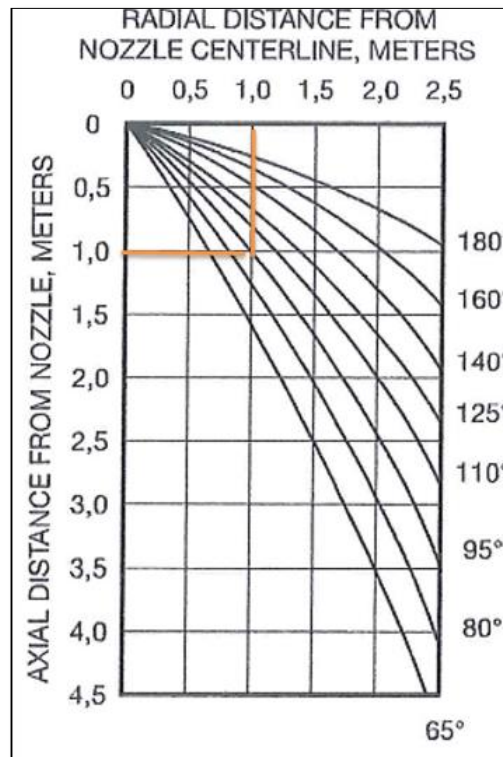
3.2.1.1 Dimensionamiento de aspersores

a) Distancia radial del aspersor

Teniendo en cuenta en nuestra condición del sistema de enfriamiento la distancia axial del aspersor es de 1 metro y el ángulo es de 95°.

Usando la figura N° 5 del catálogo Tyko de aspersores y usando las condiciones del sistema se encuentra la distancia radial de 1 m.

Figura 13: Distancia radial de aspersor



Fuente 24: Catálogo Tyko Boquillas Protectospray® Tipo D3 (2016)

b) Distancia entre aspersor

Teniendo en cuenta el resultado de la distancia radial que es 1 metro y el traslape según la condición del sistema de 0.55 m.

Usando la fórmula de la ecuación 1 se tiene:

$$d.a = 2 * 1 - 0.55$$

$$d.a = 1.45 \text{ m}$$

c) Diámetro de distribución de aspersor

Con las condiciones del sistema, la distancia axial de 1 m y el diámetro del tanque de almacenamiento de 45.84 m hallamos el diámetro de distribución de aspersores con la fórmula de la ecuación 2, se tiene:

$$\phi_A = 2 * (1) + 45.84$$

$$\phi_A = 47.54 \text{ m}$$

d) Longitud de anillo de enfriamiento

Usando el diámetro de distribución de aspersores hallado reemplazado en la ecuación 3, la longitud del anillo de enfriamiento.

$$L_{A.E} = \pi * 47.84$$

$$L_{A.E} = 150.29$$

e) Numero de aspersores

Usando los datos de longitud de anillo de enfriamiento y la distancia entre aspersor determinamos la cantidad de aspersores que se usaran en el tanque de almacenamiento reemplazando en la ecuación 4:

$$N = \frac{150.29}{1.45}$$

$$N = 103.65 \cong 104$$

En el tanque de almacenamiento se instalaran 104 aspersores distribuidos, de acuerdo a la distancia entre ellos.

f) Área lateral del tanque de almacenamiento

Usando los datos de la condición del sistema como el diámetro del tanque 45.84 m y la altura del tanque de 19.2 descrito en la tabla N° 10, determinamos el área lateral del tanque a proteger con los aspersores distribuidos de acuerdo a la ecuación 5:

$$A_{L.T} = \pi * 45.84 * 19.2$$

$$A_{L.T} = 2765 \text{ m}^2 \langle \rangle 29762.2 \text{ ft}^2$$

Convirtiendo a sistema ingles el área es 29762.2 ft².

g) Caudal mínimo requerido en el tanque de almacenamiento

De acuerdo al ítem 2.2.5.9 la densidad de diseño o tasa de aplicación de agua pulverizada será de 0.15 gpm/ft² de acuerdo a la norma NFPA 15 y el área hallado de 29762.2 ft², se determinara el caudal mínimo requerido para poder enfriar la pared lateral del tanque de acuerdo a la ecuación 6:

$$Q_M = 29762.2 * 0.15$$

$$Q_M = 4464.3 \text{ gpm}$$

h) Volumen mínimo requerido en el tanque de almacenamiento

De acuerdo al tiempo de la condición del sistema de 60 min descrito en la tabla N° 10 y con el resultado del caudal mínimo requerido en el tanque de almacenamiento determinamos el volumen mínimo de agua requerido desde las salidas de las boquillas aspersores para enfriar la pared del tanque usando la ecuación 7.

$$V_M = 4464.3 * 60$$

$$V_M = 267858 \text{ gal.}$$

i) Caudal mínimo de cada aspersor

Usando los resultados del caudal mínimo requerido en el tanque de almacenamiento y el número de aspersores se determinara el caudal mínimo por cada aspersor de acuerdo a la ecuación 8.

$$Q_{m.a} = \frac{4464.3}{104}$$

$$Q_{m.a} = 42.9 \text{ gpm}$$

j) Factor de boquilla aspersora

Con el resultado del caudal mínimo de cada aspersor y teniendo en cuenta la presión mínima de operación de cada aspersor de 20 psi según la norma NFPA 15 descrito en el ítem 2.2.5.13, se usara en la ecuación 9 para determinar el factor de boquilla aproximada y poder seleccionar nuestro aspersor:

$$Q = K * \sqrt{P}$$

Despejando y usando los datos:

$$K = \frac{42.9}{\sqrt{20}}$$

$$K = 9.59 \text{ gal}/(m * PSI^{0.5})$$

k) Selección de boquilla aspersora

La selección de la boquilla aspersora se realizara de acuerdo al catálogo del fabricante, en este caso usaremos el catálogo de marca Tyco (ver anexo 1, tabla A) el cual detallamos las características del aspersor a seleccionar.

Tabla N° 12: Característica de aspersor

Modelo	Orificio	Factor k	Rosca	Presión máxima de trabajo
D3	N° 34	7.2	NPT 1/2"	175 psi

Fuente 25: Catálogo Tyco Boquillas Protectospray® Tipo D3 (2016)

Si comprobamos el factor K= 7.2 y el resultado del caudal mínimo de cada aspersor reemplazamos en la ecuación 9.

$$Q = K * \sqrt{P}$$

Despejando la presión:

$$P = \left(\frac{42.9}{7.2}\right)^2$$

$$P = 35.5 \text{ psi}$$

Se comprueba que el resultado de 35.5 psi es mayor a la presión mínima requerida de 20 psi por NFPA 15.

3.2.1.2 Cálculos de pérdidas por fricción en sistema de enfriamiento

Se realizara los cálculos hidráulicos por perdida por fricción para determinar el flujo y la presión que debe salir del Manifold de agua y poder alimentar a las montantes del tanque de almacenamiento.

Tener en cuenta:

- El factor C corresponde a la tabla N° 4.
- El diámetro interno se seleccionará de acuerdo al diámetro nominal (ver anexo N° 6).
- Se usara la tabla N° 5 y 6 para hallar la longitud equivalente de accesorios.
- Cada nodo corresponde un aspersor.
- Se usara la formula Hazen Williams de la ecuación 10 para determinar la perdida por fricción.
- La pérdida de presión por fricción de acuerdo a la fórmula de Hazen Williams se multiplicara por la longitud equivalente.
- Se usara la ecuación 9 de para determinar la presión de boquilla.
- La presión total corresponde a la suma de la presión de dato y la de perdida por fricción.

- Se usara nodo 1 al aspersor más lejano, este será el lado derecho de la montante derecha de enfriamiento (ver plano SCI-CMI-PL-001 y SCI-CMI-PL-003) el cual soporta el anillo de enfriamiento y seguirá correlativamente.
- Se determinara el caudal que ingresa a cada nodo o tramo sumando el flujo de dato y el flujo determinado de la boquilla siguiente.

a) Nodo 1-2

Tabla N° 13: Datos nodo 1-2

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
35.5	42.9	7.2	1.45	4.75	4	4.026	120

Fuente 26: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 42.9^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 4.71 = 0.004 \text{ psi}$$

Presión total

$$P_{1-2} = 35.5 + 0.004 = 35.504 \text{ psi}$$

Caudal en boquilla 2

$$Q_2 = 7.2 * \sqrt{35.504} = 42.90 \text{ gpm}$$

Caudal que entra al tramo 1-2

$$Q_{1-2} = 42.9 + 42.90 = 85.80 \text{ gpm}$$

b) Nodo 2-3

Tabla N° 14: Datos nodo 2-3

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
35.504	85.8	7.2	1.45	4.75	4	4.026	120

Fuente 27: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 85.80^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 4.75 = 0.013 \text{ psi}$$

Presión total

$$P_{2-3} = 35.504 + 0.013 = 35.517 \text{ psi}$$

Caudal en boquilla 3

$$Q_3 = 7.2 * \sqrt{35.517} = 42.91 \text{ gpm}$$

Caudal que entra al tramo 2-3

$$Q_{2-3} = 42.91 + 85.80 = 128.71 \text{ gpm}$$

c) Nodo 3-4**Tabla N° 15:** Datos nodo 3-4

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
35.517	128.71	7.2	1.45	4.75	4	4.026	120

Fuente 28: Elaboración propia**Desarrollo:**

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 128.71^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 4.75 = 0.028 \text{ psi}$$

Presión total

$$P_{3-4} = 35.517 + 0.028 = 35.545 \text{ psi}$$

Caudal en boquilla 4

$$Q_4 = 7.2 * \sqrt{35.545} = 42.93 \text{ gpm}$$

Caudal que entra al tramo 3-4

$$Q_{3-4} = 42.93 + 128.71 = 171.64 \text{ gpm}$$

ch) Nodo 4-5**Tabla N° 16:** Datos nodo 4-5

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
35.545	171.64	7.2	1.45	4.75	4	4.026	120

Fuente 29: Elaboración propia**Desarrollo:**

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 171.64^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 4.75 = 0.047psi$$

Presión total

$$P_{4-5} = 35.545 + 0.047 = 35.592psi$$

Caudal en boquilla 5

$$Q_5 = 7.2 * \sqrt{35.592} = 42.95 gpm$$

Caudal que entra al tramo 4-5

$$Q_{4-5} = 42.95 + 171.64 = 214.59 gpm$$

d) Nodo 5-6

Tabla N° 17: Datos nodo 5-6

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
35.592	214.59	7.2	1.45	4.75	4	4.026	120

Fuente 30: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 214.59^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 4.75 = 0.071psi$$

Presión total

$$P_{5-6} = 35.592 + 0.071 = 35.663psi$$

Caudal en boquilla 6

$$Q_6 = 7.2 * \sqrt{35.663} = 43.00 gpm$$

Caudal que entra al tramo 5-6

$$Q_{5-6} = 43.00 + 214.59 = 257.59 gpm$$

e) Nodo 6-7

Tabla N° 18: Datos nodo 6-7

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
35.663	257.59	7.2	1.45	4.75	4	4.026	120

Fuente 31: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 257.59^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 4.75 = 0.100 \text{psi}$$

Presión total:

$$P_{6-7} = 35.663 + 0.100 = 35.763 \text{psi}$$

Caudal en boquilla 7

$$Q_7 = 7.2 * \sqrt{35.763} = 43.06 \text{ gpm}$$

Caudal que entra al tramo 6-7

$$Q_{6-7} = 43.06 + 257.59 = 300.65 \text{ gpm}$$

f) Nodo 7-8

Tabla N° 19: Datos nodo 7-8

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
35.763	300.65	7.2	1.45	4.75	4	4.026	120

Fuente 32: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 300.65^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 4.75 = 0.133 \text{psi}$$

Presión total

$$P_{7-8} = 35.763 + 0.133 = 35.896 \text{psi}$$

Caudal en boquilla 8

$$Q_8 = 7.2 * \sqrt{35.896} = 43.13 \text{ gpm}$$

Caudal que entra al tramo 7-8

$$Q_{7-8} = 43.13 + 300.65 = 343.78 \text{ gpm}$$

g) Nodo 8-9

Tabla N° 20: Datos nodo 8-9

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
35.896	343.78	7.2	1.45	4.75	4	4.026	120

Fuente 33: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 343.78^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 4.75 = 0.171 \text{psi}$$

Presión total

$$P_{8-9} = 35.896 + 0.171 = 36.067 \text{psi}$$

Caudal en boquilla 9

$$Q_9 = 7.2 * \sqrt{36.067} = 43.24 \text{ gpm}$$

Caudal que entra al tramo 8-9

$$Q_{8-9} = 43.24 + 343.78 = 387.02 \text{ gpm}$$

h) Nodo 9-10

Tabla N° 21: Datos nodo 9-10

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
36.067	387.02	7.2	1.45	4.75	4	4.026	120

Fuente 34: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fracción

$$P = \frac{4.52 * 387.02^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 4.75 = 0.213 \text{psi}$$

Presión total

$$P_{9-10} = 36.067 + 0.213 = 36.280 \text{psi}$$

Caudal en boquilla 10

$$Q_{10} = 7.2 * \sqrt{36.280} = 43.337 \text{ gpm}$$

Caudal que entra al tramo 9-10

$$Q_{9-10} = 43.37 + 387.02 = 430.39 \text{ gpm}$$

i) Nodo 10-11

Tabla N° 22: Datos nodo 10-11

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
36.28	430.39	7.2	1.45	4.75	4	4.026	120

Fuente 35: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 430.39^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 4.75 = 0.259psi$$

Presión total

$$P_{10-11} = 36.28 + 0.259 = 36.539psi$$

Caudal en boquilla 11

$$Q_{11} = 7.2 * \sqrt{36.539} = 43.52 gpm$$

Caudal que entra al tramo 10-11

$$Q_{10-11} = 43.52 + 430.39 = 473.91 gpm$$

j) Nodo 11-12

Tabla N° 23: Datos nodo 11-12

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
36.539	473.91	7.2	1.45	4.75	4	4.026	120

Fuente 36: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 473.91^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 4.75 = 0.309psi$$

Presión total

$$P_{11-12} = 36.539 + 0.309 = 36.848psi$$

Caudal en boquilla 12

$$Q_{12} = 7.2 * \sqrt{36.848} = 43.71 gpm$$

Caudal que entra al tramo 11-12

$$Q_{11-12} = 43.71 + 473.91 = 517.62 gpm$$

k) Nodo 12-13

Tabla N° 24: Datos nodo 12-13

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
36.848	517.62	7.2	1.45	4.75	4	4.026	120

Fuente 37: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 517.62^{1.85}}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 4.75 = 0.364psi$$

Presión total

$$P_{12-13} = 36.848 + 0.364 = 37.212psi$$

Caudal en boquilla 13

$$Q_{13} = 7.2 * \sqrt{37.212} = 43.92 gpm$$

Caudal que entra al tramo 12-13

$$Q_{12-13} = 43.92 + 517.62 = 561.54 gpm$$

I) NODO 13-14

Tabla N° 25: Datos nodo 13-14

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
37.212	561.54	7.2	1.45	4.75	6	6.065	120

Fuente 38: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 561.54^{1.85}}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 4.75 = 0.058psi$$

Presión total

$$P_{13-14} = 37.212 + 0.058 = 37.270psi$$

Caudal en boquilla 14

$$Q_{14} = 7.2 * \sqrt{37.270} = 43.96 gpm$$

Caudal que entra al tramo 13-14

$$Q_{13-14} = 43.96 + 561.54 = 605.50 gpm$$

m) Nodo 14-15

Tabla N° 26: Datos nodo 14-15

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
37.27	605.50	7.2	1.45	4.75	6	6.065	120

Fuente 39: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 605.5^{1.85}}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 4.75 = 0.067 \text{psi}$$

Presión total

$$P_{14-15} = 37.270 + 0.067 = 37.337 \text{psi}$$

Caudal en boquilla 15

$$Q_{15} = 7.2 * \sqrt{37.336} = 43.99 \text{ gpm}$$

Caudal que entra al tramo 14-15

$$Q_{14-15} = 43.99 + 605.50 = 649.49 \text{ gpm}$$

n) Nodo 15-16

Tabla N° 27: Datos nodo 15-16

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
37.337	649.49	7.2	1.45	4.75	6	6.065	120

Fuente 40: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 649.49^{1.85}}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 4.75 = 0.075 \text{psi}$$

Presión total

$$P_{15-16} = 37.337 + 0.075 = 37.412 \text{psi}$$

Caudal en boquilla 16

$$Q_{16} = 7.2 * \sqrt{37.412} = 44.04 \text{ gpm}$$

Caudal que entra al tramo 15-16

$$Q_{15-16} = 44.04 + 649.49 = 693.53 \text{ gpm}$$

ñ) Nodo 16-17

Tabla N° 28: Datos nodo 16-17

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
37.412	693.53	7.2	1.45	4.75	6	6.065	120

Fuente 41: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 693.53^{1.85}}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 4.75 = 0.085psi$$

Presión total

$$P_{16-17} = 37.412 + 0.085 = 37.497psi$$

Caudal en boquilla 17

$$Q_{17} = 7.2 * \sqrt{37.497} = 44.09 gpm$$

Caudal que entra al tramo 16-17

$$Q_{16-17} = 44.09 + 693.53 = 737.62 gpm$$

o) Nodo 17-18

Tabla N° 29: Datos nodo 17-18

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
37.497	737.62	7.2	1.45	4.75	6	6.065	120

Fuente 42: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 737.62^{1.85}}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 4.75 = 0.095psi$$

Presión total

$$P_{17-18} = 37.497 + 0.095 = 37.592psi$$

Caudal en boquilla 18

$$Q_{18} = 7.2 * \sqrt{37.592} = 44.15 gpm$$

Caudal que entra al tramo 17-18

$$Q_{17-18} = 44.15 + 737.62 = 781.77 gpm$$

p) Nodo 18-19

Tabla N° 30: Datos nodo 18-19

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
37.592	781.77	7.2	1.45	4.75	6	6.065	120

Fuente 43: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 781.77^{1.85}}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 4.75 = 0.106psi$$

Presión total

$$P_{18-19} = 37.592 + 0.106 = 37.698psi$$

Caudal en boquilla 19

$$Q_{19} = 7.2 * \sqrt{37.698} = 44.21 gpm$$

Caudal que entra al tramo 18-19

$$Q_{18-19} = 44.21 + 781.77 = 825.98 gpm$$

q) Nodo 19-20

Tabla N° 31: Datos nodo 19-20

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
37.698	825.98	7.2	1.45	4.75	6	6.065	120

Fuente 44: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 825.98^{1.85}}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 4.75 = 0.118psi$$

Presión total

$$P_{19-20} = 37.698 + 0.118 = 37.816psi$$

Caudal en boquilla 20

$$Q_{20} = 7.2 * \sqrt{37.816} = 44.28 gpm$$

Caudal que entra al tramo 19-20

$$Q_{19-20} = 44.28 + 825.98 = 870.26 gpm$$

r) Nodo 20-21

Tabla N° 32: Datos nodo 20-21

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
37.816	870.26	7.2	1.45	4.75	6	6.065	120

Fuente 45: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 870.26^{1.85}}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 4.75 = 0.129psi$$

Presión total

$$P_{20-21} = 37.816 + 0.129 = 37.945psi$$

Caudal en boquilla 21

$$Q_{21} = 7.2 * \sqrt{37.945} = 44.35 gpm$$

Caudal que entra al tramo 20-21

$$Q_{20-21} = 44.35 + 870.26 = 914.61 gpm$$

s) Nodo 21-22

Tabla N° 33: Datos nodo 21-22

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
37.945	914.61	7.2	1.45	4.75	6	6.065	120

Fuente 46: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 914.61^{1.85}}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 4.75 = 0.142psi$$

Presión total

$$P_{21.22} = 37.945 + 0.142 = 38.087psi$$

Caudal en boquilla 22

$$Q_{22} = 7.2 * \sqrt{38.075} = 44.43 gpm$$

Caudal que entra al tramo 21-22

$$Q_{21-22} = 44.43 + 914.61 = 959.04 gpm$$

t) Nodo 22-23

Tabla N° 34: Datos nodo 22-23

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
38.087	959.04	7.2	1.45	4.75	6	6.065	120

Fuente 47: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 959.04^{1.85}}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 4.75 = 0.155 \text{psi}$$

Presión total

$$P_{22-23} = 38.087 + 0.155 = 38.242 \text{psi}$$

Caudal en boquilla 23

$$Q_{23} = 7.2 * \sqrt{38.242} = 44.53 \text{ gpm}$$

Caudal que entra al tramo 22-23

$$Q_{22-23} = 44.53 + 959.04 = 1003.57 \text{ gpm}$$

u) Nodo 23-24

Tabla N° 35: Datos nodo 23-24

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
38.242	1003.57	7.2	1.45	4.75	6	6.065	120

Fuente 48: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 1003.57^{1.85}}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 4.75 = 0.169 \text{psi}$$

Presión total

$$P_{23-24} = 38.242 + 0.169 = 38.411 \text{psi}$$

Caudal en boquilla 24

$$Q_{24} = 7.2 * \sqrt{38.411} = 44.62 \text{ gpm}$$

Caudal que entra al tramo 23-24

$$Q_{23-24} = 44.62 + 1003.57 = 1048.19 \text{ gpm}$$

v) Nodo 24-25

Tabla N° 36: Datos nodo 24-25

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
38.411	1048.19	7.2	1.45	4.75	6	6.065	120

Fuente 49: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 1048.19^{1.85}}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 4.75 = 0.183 \text{psi}$$

Presión total

$$P_{24-25} = 38.411 + 0.183 = 38.594 \text{psi}$$

Caudal en boquilla 25

$$Q_{25} = 7.2 * \sqrt{38.594} = 44.73 \text{ gpm}$$

Caudal que entra al tramo 24-25

$$Q_{24-25} = 44.73 + 1048.19 = 1092.92 \text{ gpm}$$

w) Nodo 25-26

Tabla N° 37: Datos nodo 25-26

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
38.594	1092.92	7.2	1.45	4.75	6	6.065	120

Fuente 50: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 1092.92^{1.85}}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 4.75 = 0.197 \text{psi}$$

Presión total

$$P_{25-26} = 38.594 + 0.197 = 38.791 \text{psi}$$

Caudal en boquilla 26

$$Q_{26} = 7.2 * \sqrt{38.791} = 44.84 \text{ gpm}$$

Caudal que entra al tramo 25-26

$$Q_{25-26} = 44.84 + 1092.92 = 1137.76 \text{ gpm}$$

x) Nodo 26-TEE

OBS: El accesorio es una TEE de 6"Ø el cual su longitud equivalente es 9.144 m y se sumara a la longitud de la tubería de 0.657 m.

Tabla N° 38: Datos nodo 26-tee

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
38.791	1137.76	7.2	9.801	32.156	6	6.065	120

Fuente 51: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 1137.76^{1.85}}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 32.156 = 1.44psi$$

Presión total

$$P_{26-TEE} = 38.791 + 1.44 = 40.231psi$$

Determinando un k' para todo el semitorio de derecho como si fuera un gran aspersor. (Ver plano TEC6-PR-130-200-001).

$$k' = \frac{1137.76}{\sqrt{40.231}} = 179.33(gal/(min.* psi^{0.5}))$$

y) Caudal mínimo en Manifold de agua

El caudal que ingresa al semitoroide izquierdo se calculara con la presión y K' obtenida en el ítem 3.2.1.12.26

Reemplazando valores y usando la fórmula del ítem 2.3.1.14

$$Q = 179.33 * \sqrt{40.231} = 1137.76 gpm$$

Entonces en caudal que entra al toroide derecho:

$$Q_T = 1137.76 + 1137.76 = 2275.52 gpm$$

z) Presión en la entrada del Manifold de agua

Datos de longitud y accesorios del recorrido del Manifold a la montante derecha (ver plano TEC6-PR-130-200-001).

Tabla N° 39: Longitud equivalente de accesorios

Accesorio	Cantida d	Longitud equivalente		Subtotal	
		m	ft	m	ft
Codo 45° x 8" ø	3	2.7	9	8.1	27
Codo 90° x 8" ø	6	5.5	18	33	108
Válvula compuerta de 8" ø	1	1.2	4	1.2	4
Válvula de diluvio de 8" ø	1	15.24	50	15.24	50
Tubería de 8"	-	101.74	333.79	101.74	333.79
Total longitud				159.28	522.79

Fuente 52: Elaboración propia

Entonces:

Tabla N° 40: Datos en el Manifold de agua

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K'	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
40.231	2275.52	179.33	159.28	522.79	8	7.981	120

Fuente 53: Elaboración propia

Desarrollo:

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 2275.52^{1.85}}{120^{1.85} * 7.981^{4.87}} * 522.79 = 22.103psi$$

Presión de elevación :

$$16 \text{ m} = 22.752 \text{ psi}$$

$$\text{Presión total: } P = 40.231 + 22.103 + 22.752 = 85.086psi$$

3.2.2.1 Sistematización

Teniendo en cuenta que el tanque de almacenamiento tiene 104 aspersores distribuidos en el anillo de enfriamiento se realizara los cálculos hidráulicos usando el programa Excel 2013 que nos facilitara con los resultados de acuerdo a los tramos o nodos. Se realizara desde el nodo 1 hasta la TEE que contiene 26 aspersores sabiendo que están distribuido simétricamente.

Se utilizara el formato que se describe en la norma NFPA 15 el cual nos facilita una plantilla (cuadro) para tener en cuenta la presión y caudal que se registra en los nodos o tramos.

Con los datos obtenidos de presión y caudal en la TEE (ver plano plano SCI-CMI-PL-001 y SCI-CMI-PL-003), se realizara los cálculos de presión y caudal que debe registrarse en el Manifold de agua.

- a) Se realiza en la celda la fórmula de perdida por fricción por pie de tubería de Hazen Williams descrito en la ecuación 9.

Tabla N° 41: Hazen Williams en Excel 2013

TRAMO	FLUJO ACUMULADO GLM	FLUJO POR BOQUILLA GPM		DIAMETRO DE TUBERIA		K	ACCESORIOS	LONGITUD EQUIV		PERDIDA POR FRICCION PSI/ft	RESUMEN DE PRESIONES PSI	
				PULG.	interno PULG.			m	ft		PA	PH
1,2	42.9	1		4	4.026	7.2						
		2	42.901									
2,3	85.801	2		4	4.026	7.2	tuberia	1.45	4.76	POTENCIA(número, potencia)	0.013	
		3	42.91							0.003		PA 35.504
												PH 0
												PT 35.517
							tuberia	1.45	4.76			PF 0.028
												PA 35.517

Fuente 54: Elaboración propia

- b) Se multiplica el resultado de la pérdida por fricción por pie de tubería de Hazen Williams con la longitud equivalente de accesorio descrito en la imagen.

Tabla N° 42: Perdida por fricción en Excel 2013

TRAMO	FLUJO ACUMULADO GLM	FLUJO POR BOQUILLA GPM		DIAMETRO DE TUBERIA		K	ACCESORIOS	LONGITUD EQUIV		PERDIDA POR FRICCION PSI/ft	RESUMEN DE PRESIONES PSI	
				PULG.	Interno PULG.			m	ft		PF	PA
1,2	42.9	1		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.001	PF	=6*M6
									PA		35.5	
									PH		0	
		2	42.901								PT	35.504
2,3	85.801	2		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.003	PF	0.013
									PA		35.504	
									PH		0	
		3	42.91								PT	35.517

Fuente 55: Elaboración propia

- c) se suma los resultados de presión PF (pérdida de presión por fricción), PA (presión inicial) y PH (presión de elevación).

Tabla N° 43: Presión total en Excel 2013

TRAMO	FLUJO ACUMULADO GLM	FLUJO POR BOQUILLA GPM		DIAMETRO DE TUBERIA		K	ACCESORIOS	LONGITUD EQUIV		PERDIDA POR FRICCION PSI/ft	RESUMEN DE PRESIONES PSI	
				PULG.	Interno PULG.			m	ft		PF	PA
1,2	42.9	1		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.001	PF	0.004
									PA		35.5	
									PH		0	
		2	42.901									=0.004+0.007+0.08
2,3	85.801	2		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.003	PF	0.013
									PA		35.504	
									PH		0	
		3	42.91								PT	35.517

Fuente 56: Elaboración propia

- d) Se realiza la fórmula de descarga de boquilla de acuerdo a la ecuación 9 descrito en la imagen.

Tabla N° 44: Descarga de boquilla en Excel 2013

TRAMO	FLUJO ACUMULADO GLM	FLUJO POR BOQUILLA GPM		DIAMETRO DE TUBERIA		K	ACCESORIOS	LONGITUD EQUIV		PERDIDA POR FRICCION PSI/ft	RESUMEN DE PRESIONES PSI	
				PULG.	Interno PULG.			m	ft		PF	PA
1,2	42.9	1		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.001	PF	0.004
									PA		35.5	
									PH		0	
											PT	35.504
			=7.2*POTENCIA(0.9,0.5)									
2,3	85.801	2		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.003	PF	0.013
									PA		35.504	
									PH		0	
		3	42.91								PT	35.517

Fuente 57: Elaboración propia

e) Se suma el flujo o caudal inicial con el caudal de la descarga de boquilla de cada tramo o nodo.

Tabla N° 45: Caudal acumulado en Excel 2013

TRAMO	FLUJO ACUMULADO GLM	FLUJO POR BOQUILLA GPM		DIAMETRO DE TUBERIA		K	ACCESORIOS	LONGITUD EQUIV		PERDIDA POR FRICCION PSI/ft	RESUMEN DE PRESIONES PSI	
				PULG.	interno PULG.			m	ft			
1,2	42.9	1		4	4.026	7.2	tuberia	1.45	4.76	0.001	PF	0.004
											PA	35.5
											PH	0
		2	42.901								PT	35.504
2,3	=D6+F8	2		4	4.026	7.2	tuberia	1.45	4.76	0.003	PF	0.013
											PA	35.504
											PH	0
		3	42.91								PT	35.517

Fuente 58: Elaboración propia

f) Se obtiene los resultados de todos los nodos, desde el nodo 1 hasta el nodo 26-tee, teniendo como resultado de 1183.42 glm y 40.23 psi que se obtiene en semitoroide derecho (ver plano plano SCI-CMI-PL-001 y SCI-CMI-PL-003).

Con esos resultados se realiza el caudal y la presión que se registra en el Manifold de agua usando la ecuación 9 y 10. Dichos resultados se aprecian en la parte final del ítem 3.2.1.2.

Tabla N° 46: Cuadro de resumen de nodos I

TRAMO	FLUJO ACUMULADO GLM	FLUJO POR BOQUILLA GPM		DIÁMETRO DE TUBERÍA		K	ACCESORIOS	LONGITUD EQUIV.		PÉRDIDA POR FRICCIÓN PSI/ft	RESUMEN DE PRESIONES PSI	
				PULG.	Interno PULG.			m	ft			
1,2	42.9	1		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.001	PF	0.004
		2	42.901								PA	35.5
2,3	85.801	2		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.003	PH	0
		3	42.91								PT	35.504
3,4	128.71	3		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.006	PF	0.013
		4	42.93								PA	35.504
4,5	171.64	4		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.010	PH	0
		5	42.954								PT	35.517
5,6	214.590	5		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.015	PA	0.028
		6	43.00								PH	35.517
6,7	257.59	6		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.021	PT	0
		7	43.06								PF	35.663
7,8	300.65	7		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.028	PA	0.100
		8	43.14								PH	35.763
8,9	343.78	8		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.036	PT	0.133
		9	43.24								PA	35.763
9,10	387.02	9		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.045	PH	0
		10	43.37								PT	35.897
10,11	430.39	10		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.054	PF	0.171
		11	43.52								PA	35.897
11,12	473.91	11		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.065	PH	0
		12	43.71								PT	36.068
12,13	517.62	12		4	4.026	7.2	tubería	1.45	4.76	0.077	PA	0.213
		13	43.92								PH	36.07
											PT	36.28
											PF	0.259
											PA	36.28
											PH	0
											PT	36.539
											PF	0.309
											PA	36.54
											PH	0
											PT	36.85
											PF	0.364
											PA	36.849
											PH	0
											PT	37.213

Fuente 59: Elaboración propia

Tabla N° 47: Cuadro de resumen de nodos II

TRAMO	FLUJO ACUMULADO GLM	FLUJO POR BOQUILLA GPM		DIÁMETRO DE TUBERÍA		K	ACCESORIOS	LONGITUD EQUIV.		PÉRDIDA POR FRICCIÓN PSI/ft	RESUMEN DE PRESIONES PSI	
				PULG.	interno PULG.			m	ft		PF	PT
13,14	561.54	13		6	6.065	7.2	tubería	1.45	4.76	0.012	PF	0.058
		14	43.96								PA	37.21
14,15	605.50	14		6	6.065	7.2	tubería	1.45	4.76	0.014	PH	0
		15	43.99								PT	37.27
15,16	649.49	15		6	6.065	7.2	tubería	1.45	4.76	0.016	PF	0.066
		16	44.04								PA	37.27
16,17	693.53	16		6	6.065	7.2	tubería	1.45	4.76	0.018	PH	0
		17	44.09								PT	37.337
17,18	737.62	17		6	6.065	7.2	tubería	1.45	4.76	0.020	PF	0.075
		18	44.15								PA	37.34
18,19	781.77	18		6	6.065	7.2	tubería	1.45	4.76	0.022	PH	0
		19	44.21								PT	37.412
19,20	825.97	19		6	6.065	7.2	tubería	1.45	4.76	0.025	PF	0.085
		20	44.28								PA	37.41
20,21	870.25	20		6	6.065	7.2	tubería	1.45	4.76	0.027	PH	0
		21	44.35								PT	37.497
21,22	914.60	21		6	6.065	7.2	tubería	1.45	4.76	0.030	PF	0.095
		22	44.43								PA	37.50
22,23	959.04	22		6	6.065	7.2	tubería	1.45	4.76	0.033	PH	0
		23	44.53								PT	37.593
23,24	1003.56	23		6	6.065	7.2	tubería	1.45	4.76	0.035	PF	0.106
		24	44.62								PA	37.59
24,25	1048.19	24		6	6.065	7.2	tubería	1.45	4.76	0.038	PH	0
		25	44.73								PT	37.699
25-26	1092.91	25		6	6.065	7.2	tubería	1.45	4.76	0.041	PF	0.118
		26	44.84								PA	37.699
26-TEE	1137.76	26		6	6.065	7.2	tubería	0.657	2.156	0.045	PH	0
		TEE	45.67				TEE	9.144	30		PT	40.23
	1183.42						TOTAL		32.156			40.23

Fuente 60: Elaboración propia

3.2.2 Sistema de espuma

3.2.2.1 Dimensionamiento de cámara de espuma

Con los datos de la tabla N° 11 relacionando con la tabla N° 9 encontramos lo siguiente:

- Tasa de aplicación: $0.3 \text{ gpm/pie}^2 = 12.2 \text{ lpm/m}^2$.
- Tiempo de aplicación : 20 minutos
- Espacio entre salidas de descarga de espuma: 24.4 m

a) Área de protección de espuma

Como la distancia entre la pared del tanque y el dique de espuma según la tabla N° 11 es 0.8 m entonces el diámetro del dique de espuma es:

$$d = 45.84 - 2 * 0.8$$

$$d = 44.24 \text{ m}$$

De la ecuación 11 el área a proteger es:

$$A_{Z.E} = \frac{\pi}{4} (45.84^2 - 44.24^2)$$

$$A_{Z.E} = 113.2 \text{ m}^2$$

b) Caudal mínimo de solución de espuma

Como la tasa de aplicación es de 12.2 lpm/m^2 y el área de protección hallada reemplazamos en la ecuación 12.

$$Q_{S.E} = 12.2 * 113.2$$

$$Q_{S.E} = 1381.04 \text{ lpm} = 364.83 \text{ gpm}$$

c) Longitud de cilindro del tanque

Teniendo en cuenta el diámetro del tanque de acuerdo a la tabla N° 11 y usando la ecuación 13.

$$L_{CT} = \pi * 45.84$$

$$L_{CT} = 144.01 \text{ m}$$

d) Número de dispositivos de descarga de espuma

Como el espacio entre salidas de descarga de espuma es de 24.4 m y la longitud de cilindro hallado reemplazamos en la ecuación 14.

$$N_{CE} = \frac{144.01}{24.4}$$

$$N_{CE} = 5.9 \cong 6$$

Se dispondrá de 6 cámaras de espuma i en el anillo de espuma.

e) Volumen mínimo de descarga de espuma

Con el tiempo de aplicación de 20 minutos y el caudal mínimo de solución de espuma, el volumen mínimo requerido de espuma en el tanque de almacenamiento es:

$$V = 364.86 * 20$$

$$V = 7297.2 \text{ gal}$$

f) Caudal mínimo de cada cámara de espuma

Con el caudal mínimo de solución de espuma y el número de dispositivos de descarga de espuma se reemplazara en la ecuación 15.

$$Q_{DE} = \frac{1381.04}{6}$$

$$Q_{DE} = 230.02 \text{ lpm} = 60.77 \text{ gpm}$$

El caudal mínimo que debe suministrar cada cámara de espuma debe ser 60.77 gpm.

g) Selección de cámara de espuma

Del catálogo Chemguard (ver anexo N 2) tenemos nuestra cámara de espuma con las siguientes características:

Tabla N° 48: Característica de cámara de espuma

Marca	Modelo	Diámetro de entrada	Presión mínima de operación
Chemguard	FC 2.5	2.5 "	40 psi

Fuente 61: Catálogo Chemguard (2008)

3.2.2.2 Cálculos de pérdidas por fricción en el sistema de espuma

Los cálculos hidráulicos en el sistema de espuma se realizaran de acuerdo a los cálculos de los aspersores.

Se debe de tener en cuenta:

- El factor C corresponde a la tabla N° 4.
- El diámetro interno se seleccionará de acuerdo al diámetro nominal (ver anexo N° 6).
- Se usara la tabla N° 5 y 6 para hallar la longitud equivalente de accesorios.
- Cada nodo corresponde una cámara de espuma.
- La fórmula de Hazen Williams descrito en la ecuación 10 para determinar la pérdida por fricción.
- La fórmula de descarga de boquilla según la ecuación 9.

- Se determinara el caudal que ingresa a cada nodo o tramo sumando el flujo de dato y el flujo determinado de la cámara de espuma siguiente.

a) Cámara de espuma 1

La cámara de espuma 1 será la descarga más lejana (ver plano SCI-CMI-PL-02 y SCI-CMI-PL-003).

Del catálogo de cámara de espuma (ver anexo N° 2) se tomara como presión mínima de descarga de 40 psi y caudal mínimo para el modelo de cámara de espuma FC 2.5 será de 58 gpm.

Entonces el coeficiente K será de la fórmula del ítem:

$$K = \frac{60.77}{\sqrt{40}} = 9.6(\text{gal}/(\text{min.} * \text{psi}^{0.5}))$$

Hallando la longitud equivalente según la siguiente tabla:

Tabla N° 49: Longitud equivalente de accesorios

Accesorio	Cantidad	Longitud equivalente		Subtotal	
		m	ft	m	ft
Codo 45° x 2 1/2 " ø	2	0.9	3	1.8	6
Tee x 2 1/2 " ø	1	3.7	12	3.7	12
Tubería de 2 1/2" ø	-	0.784	2.57	0.784	2.57
Total longitud				6.284	20.57

Fuente 62: Elaboración propia

Hallando presión en el anillo de espuma debido a la altura y la pérdida por fricción con los siguientes datos:

Tabla N° 50: Datos en cámara de espuma 1

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C	ELEVACION
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO		
40	60.77	9.6	6.284	20.57	2 1/2"	2.469 "	120	0.97 m

Fuente 63: Elaboración propia

Perdida por fricción:

$$P = \frac{4.52 * 40^{1.85}}{120^{1.85} * 2.469^{4.87}} * 20.57 = 0.324 \text{psi}$$

Presión de elevación:

$$0.97 \text{ m} = 1.38 \text{ psi}$$

Presión total:

$$P = 40 + 0.324 + 1.38 = 41.704 \text{ psi}$$

La presión de la cámara de espuma 1 con respecto al anillo de espuma (plano SCI-CMI-PL-02 y SCI-CMI-PL-003), debido a la altura de 0.97 m es 41.704 psi.

b) Nodo 1-2

Se determina un k' para el recorrido de la cámara de espuma al anillo debido a la altura como si fuera una salida con la ecuación 9.

$$K' = \frac{60.77}{\sqrt{41.704}} = 9.41 (\text{gal}/(\text{min.} * \text{psig}^{0.5}))$$

Hallando presión en el tramo de 1 a 2 debido a la pérdida por fricción y la descarga de flujo en la salida 2 con los siguientes datos:

Tabla N° 51: Datos nodo 1-2

PRESION (psig)	FLUJO (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
41.704	60.77	9.41	24	78.74	2 1/2"	2.469 "	120

Fuente 64: Elaboración propia

Pérdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 60.77^{1.85}}{120^{1.85} * 2.469^{4.87}} * 78.74 = 1.239 \text{psi}$$

Presión total

$$P_{26-TEE} = 41.704 + 1.239 = 42.943 \text{psi}$$

Caudal en 2

$$Q_2 = 8.86 * \sqrt{42.943} = 61.66 \text{ gpm}$$

Caudal que entra al tramo 1 - 2

$$Q_{1-2} = 60.77 + 61.66 = 122.43 \text{ gpm}$$

c) Nodo 2-tee

Hallando la longitud equivalente según la siguiente tabla:

Tabla N° 52: Longitud equivalente de montante

Accesorio	Cantidad	Longitud equivalente		Subtotal	
		m	ft	m	ft
Tee x 2 1/2 " ø	1	3.7	12	3.7	12
Tubería de 2 1/2" ø	-	12	39.97	12	39.97
Total longitud				15.7	51.97

Fuente 65: Elaboración propia

Hallando presión en la TEE debido a la pérdida por fricción con los siguientes datos:

Tabla N° 53: Datos Nodo 2 - TEE

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K	LONGITUD		Ø		FACTOR C
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO	
42.943	122.43	9.41	15.7	51.97	2 1/2"	2.469 "	120

Fuente 66: Elaboración propia

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 122.43^{1.85}}{120^{1.85} * 2.469^{4.87}} * 51.97 = 2.839 \text{psi}$$

Presión total en la TEE: $P_{TEE} = 42.943 + 2.839 = 45.782 \text{psi}$

d) Caudal mínimo en Manifold de espuma

Se hallara el caudal que entra al nodo 3 con los siguientes datos:

$$Q = 9.41 * \sqrt{45.782} = 63.67 \text{ gpm}$$

Entonces el caudal que ingresa al montante derecho es:

$$Q = 122.43 + 63.67 = 186.1 \text{ gpm}$$

Como son dos montantes, el caudal que ingresa al tanque es:

$$QT = 2 * 186.1 = 372.2 \text{ gpm}$$

d) Presión en Manifold de espuma

Hallando la longitud equivalente según la siguiente tabla n° 47:

Tabla N° 54: Longitud equivalente en Manifold de espuma

Accesorio	Cantidad	Longitud equivalente		Subtotal	
		m	ft	m	ft
Codo 45° x 2 1/2 " ø	2	0.9	3	1.8	6
Codo 90° x 2 1/2 " ø	6	1.6	6	9.6	36
Válvula compuerta de 2 1/2"ø	1	0.3	1	0.3	1
Tubería de 2 1/2" ø	-	110	360.892	110	360.89
Total longitud				121.7	403.89

Fuente 67: Elaboración propia

Hallando presión en el Manifold debido a la pérdida por fricción con los siguientes datos:

Tabla N° 55: Datos en Manifold de espuma

PRESION (psi)	CAUDAL (gpm)	FACTOR K'	LONGITUD		Ø		FACTOR C	ELEVACION
			m	ft	PULG.	PULG. INTERNO		
45.782	186.10	9.41	121.7	403.89	2 1/2"	2.469 "	120	13 m

Fuente 68: Elaboración propia

Perdida por fricción

$$P = \frac{4.52 * 186.1^{1.85}}{120^{1.85} * 2.469^{4.87}} * 403.89 = 50.39psi$$

Presión de elevación:

$$13 \text{ m} = 18.49 \text{ psi}$$

Presión total:

$$P_T = 50.39 + 45.782 + 18.49 = 114.665psi$$

3.2.2.3 Sistematización

Se realizara el procedimiento de la misma forma como se hizo en el ítem 3.2.1.3, con el programa Excel 2013. Se debe tener en cuenta el plano SCI-CMI-PL-02 y SCI-CMI-PL-003.

La longitud equivalente de accesorios será con respecto a la tabla N° 5 y 6.

Con estos resultados de flujo o caudal y presión en la TEE se utilizaran para obtener la presión y caudal mínimo en el Manifold de espuma. Dichos resultados en el Manifold de espuma se describe en la parte final del ítem 3.2.2.2.

Tabla N° 56: Longitud equivalente en Manifold de espuma

TRAMO	FLUJO ACUMULADO GLM	FLUJO POR BOQUILLA GPM		DIAMETRO DE TUBERIA		K	ACCESORIOS	CANTIDAD	LONGITUD EQUIV		PERDIDA POR FRICCION PSI/ft	RESUMEN DE PRESIONES PSI	
				PULG.	interno PULG.				m	ft		PF	PA
1	60.77	-	-	2.5	2.469	9.6	tubería	-	0.784	2.57	0.016	PF	0.324
							tee	1	3.1	12		PA	40
							codo 45°	2	1.8	6		PH	1.38
							total		5.684	20.57		PT	41.704
1,2	60.77	1		2.5	2.469	9.41	tubería	-	24	78.74	0.016	PF	1.239
												PA	41.704
												PH	0
							total		24	78.74		PT	42.943
2 . TEE	122.43	2		2.5	2.469	9.41	tubería	-	12	39.37	0.058	PF	2.839
							TEE	1	3.1	10		PA	42.943
												PH	0
							total		15.1	49.37		PT	45.782
	186.10											45.782	

Fuente 69: Elaboración propia

3.2.3 Instalación, prueba y mantenimiento

3.2.3.1 Aspersores

a) Instalación

Equipos y herramientas:

- equipo Manlift, llaves mixtas.

Personal:

- 1 operario de Manlift y 1 oficial

Antes de realizar la instalación verificar que las boquillas aspersoras cuenten con certificado UL y FM (ver anexo N° 4), dichos equipos serán identificados por personal de supervisión.

La instalación de las boquillas aspersoras se realizaran de la siguiente manera:

- El operador del equipo Manlift elevara en la canastilla al oficial.

- De acuerdo al plano de distribución de aspersores el oficial con uso de llaves manuales colocara los aspersores que corresponden al toroide.
- Tener en cuenta que el operario del equipo Manlift recorrerá alrededor del tanque para la instalación de las boquillas aspersoras y en todo momento recibirá indicaciones del oficial si termino de realizar para seguir avanzando.
- Al finalizar la instalación de todas las boquillas aspersoras, el supervisor de inspección verificara que el toroide se halla instalado los 104 aspersores.

Figura 14: Equipo Manlift



Fuente 70: Elaboración propia

Figura 15: Vista inferior de aspersores instalados



Fuente 71: Elaboración propia

b) Pruebas

Las pruebas de funcionamiento de boquillas aspersoras y de solución de espuma en la cámara de espuma se realizarán de acuerdo al anexo N° 7 (Protocolo de prueba de aspersores y solución de espuma).

c) Mantenimiento

Según la norma NFPA 25 (2002), (inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendio a base de agua) la inspección de las boquillas aspersoras se realizarán mensualmente en el cual se detalla lo siguiente:

- Las boquillas de pulverización de agua deben inspeccionarse y mantenerse para asegurarse que estén en su lugar, dirigidas y apuntadas en la dirección de la descarga en el diseño del sistema y que estén libres de carga externa y de corrosión.

El mantenimiento según norma NFPA 25 (inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de protección contra incendio a base de agua) se realizara anualmente el cual se verificara los patrones de descarga y la dirección de las boquillas, se realizara las pruebas descrito en el anexo N° 7.

3.2.3.2 cámaras de espuma

a) instalación

Equipos y herramientas

- Torquímetro,
- Espárragos Astm A-193 grb7 y tuercas Astm A-194 gr2h p/ brida de 4".
- Carrete de 4".

Personal:

- 1 operario y 1 oficial

Antes de realizar la instalación se verificara que se hayan hecho los trazos, dichos trazos deben ser supervisados por personal de inspección verificando el Plano TEC6-PR-130-200-003, también se verificara que la cámara de espuma cuente con certificado UL y FM (ver

anexo N° 5) luego se realizara los cortes con taladro y equipo oxicorte para una brida de 4" de diámetro.

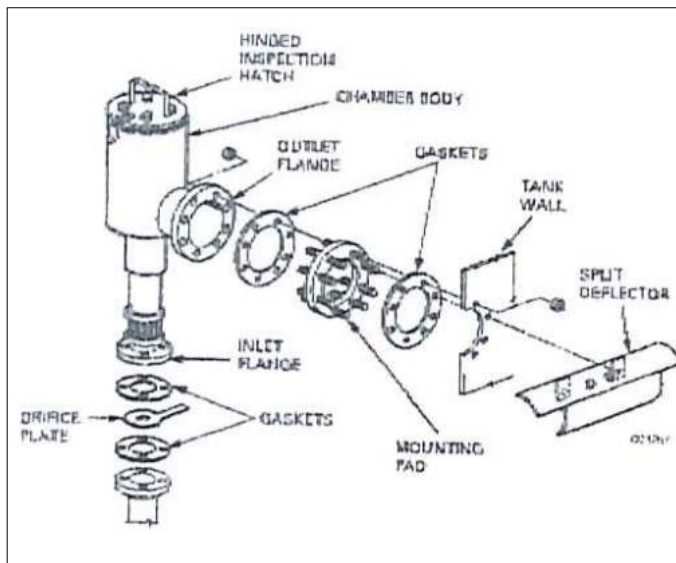
Figura 16: Detalle de agujeros en tanque



Fuente 72: Elaboración propia

- El montaje se realizará de acuerdo a la siguiente figura, tener en cuenta que contara con un carrete de 4" de diámetro.

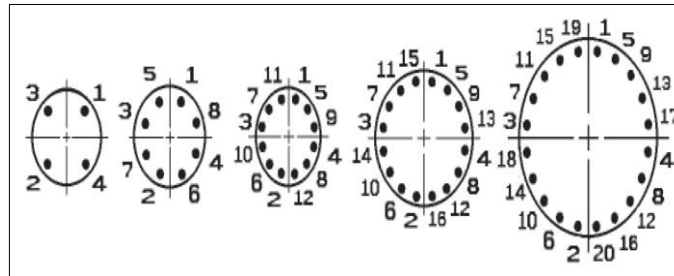
Figura 17: Detalle de montaje de cámara de espuma



Fuente 73: Catálogo Chemguard (2008)

- Para uniones bridadas la secuencia de ajuste de pernos se efectuará siguiendo el siguiente orden:

Figura 18: Detalle de secuencia de ajuste



Fuente 74: Elaboración propia

- Se realizara el torque de acuerdo a la siguiente tabla teniendo en cuenta el diámetro del esparrago.

Tabla N° 57: Torque en lb - pie

diam. s.bolt	torque inicial - ft-lb (*)	torque intermedio -ft lb	torque final - ft-lb
1/2"	30	45	53
5/8"	60	90	105
3/4"	100	150	175
7/8"	160	240	280
1"	245	368	429
1 1/8"	355	533	622
1 1/4"	500	750	875
1 3/8"	680	1020	1190
1 1/2"	800	1200	1400
1 5/8"	1100	1650	1925
1 3/4"	1500	2250	2625
1 7/8"	2000	3000	3500
2"	2200	3300	3850
2 1/4"	3180	4770	5565
2 1/2"	4400	6600	7700
2 3/4"	5920	8880	10360
3"	7720	11580	13510
3 1/4"	10000	15000	17500
3 1/2"	12500	18750	21875

Fuente 75: Elaboración propia

Figura 19: Vista exterior de cámara de espuma



Fuente 76: Refinería Conchán - Petroperú

Figura 20: Vista de deflector



Fuente 77: Refinería Conchán - Petroperú

c) Prueba

Las pruebas de funcionamiento de boquillas aspersoras y de solución de espuma en la cámara de espuma se realizarán de acuerdo al anexo N° 7 (Protocolo de prueba de aspersores y solución de espuma).

c) Mantenimiento

Según la norma NFPA 11 (los trabajos de inspección y mantenimiento se detalla lo siguiente:

- Los sistemas de espuma incluida la cámara de espuma deben ser examinados visualmente para determinar que han sido adecuadamente instalados.
- Por lo menos anualmente, todos los sistemas de espuma deben ser inspeccionados completamente y revisados para verificar su operación adecuada.
- La inspección debe incluir evaluación de desempeño del concentrado de espuma o calidad de la solución premezclada o ambas.
- Los resultados de las pruebas que se desvíen más del 10 por ciento de los registrados en las pruebas de aceptación deben discutirse inmediatamente con el fabricante.
- El objeto de esta inspección y prueba debe ser asegurarse de que el sistema está en plena condición de funcionamiento y que permanezca en esas condiciones hasta la próxima inspección.
- El reporte de inspección, debe presentarse al propietario con recomendaciones.

- Entre las inspecciones regulares de contrato de servicio, el sistema debe ser inspeccionado por personal competente siguiendo un plan aprobado.

El mantenimiento se realizara de acuerdo al anexo N° 7.

3.2.4 Evaluación de costos

Tabla N° 58: Evaluación de costos

ITEM	PARTIDA	UND	METRADO	P. UNITARIO (US\$)	P. PARCIAL (US\$)
0.1	SUMINISTRO				
0.1.1	ASPERSORES 1/2" UL/FM TYKO PARA SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	u	104.00	29.97	3,116.41
0.1.2	CÁMARA DE ESPUMA FC 2.5 CHEMGUARD	u	6.00	3,276.02	19,656.13
0.1.3	CONCENTRADO DE ESPUMA	gal	1,500.00	38.61	57,915.56
0.2	INSTALACIÓN				
0.2.1	INSTALACIÓN DE CÁMARAS DE ESPUMA EN TANQUE T-68	u	6.00	127.13	762.77
0.2.2	INSTALACIÓN DE LAS BOQUILLAS ASPERSORAS DE AGUA 1/2", K 7.2 MIN, PARA EL TANQUE T-68	u	104.00	3.37	350.25
0.3	PRUEBAS				
0.3.1	PRUEBA DE SISTEMA DE ESPUMA (SOLUCIÓN DE ESPUMA)	u	6.00	149.56	897.37
0.3.2	PRUEBA DE ROCIADORES	u	104.00	11.97	1,244.72
0.4	RESUMEN				
0.4.1	COSTO DIRECTO DE SUMINISTRO			US\$	80,688.10
0.4.2	COSTO DIRECTO DE MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN			US\$	3,255.12
0.4.3	TOTAL DEL COSTO DIRECTO			US\$	83,943.21
0.4.4	GASTOS GENERALES DE COSTO DE MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN		15%	US\$	488.27
0.4.5	UTILIDAD DE COSTO DE MANTENIMIENTO E INSTALACIÓN		10%	US\$	325.51
0.4.6	SUB TOTAL			US\$	84,756.99
0.4.7	IGV		18%	US\$	15,256.26
0.4.8	TOTAL DE COSTO			US\$	100,013.25

Fuente 78: Elaboración propia

3.3 Consolidación de resultados

Tabla N° 59: Datos en sistema de enfriamiento

Distancia entre aspersores	1.45 m
Cantidad de boquillas en el tanque	104
Factor de boquilla	7.2
Presión mínima del aspersor	35.5 psi
Caudal mínimo de descarga de cada aspersor	42.9 gpm
Caudal mínimo de solución de agua en el tanque	4464.3 gpm
Volumen mínimo de agua en el tanque de almacenamiento	267856 gal
Presión mínima desde el Manifold de agua	85.086 psi
Caudal mínimo en cada montante	2275.52 gpm
Caudal mínimo en el Manifold de agua	4551.04 gpm

Fuente 79: Elaboración propia

Tabla N° 60: Datos en sistema de espuma

Caudal mínimo de descarga de espuma	60.77 gpm
Cantidad de cámara de espuma	6
Presión mínima de la cámara de espuma	40psi
Modelo de cámara de espuma	FC 2.5
Caudal mínimo de solución de espuma en el tanque	364.83 gpm
Volumen mínimo en el tanque de almacenamiento	7297.2 gal
Presión mínima desde el Manifold de espuma	114.665 psi
Caudal mínimo en cada montante	186.1 gpm
Caudal mínimo desde el Manifold de espuma	372.2 gpm

Fuente 80: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Se determinó la cantidad de 104 aspersores y 6 cámaras de espuma que están instalados en los sistemas de enfriamiento y de espuma respectivamente.
- Se determinó el volumen de agua y solución de espuma con un valor de 267856 gal y 7297.2 gal respectivamente, que se requiere en el tanque de almacenamiento cuando ocurra un riesgo de incendio.
- Se determinó el caudal mínimo de descarga con un valor de 42.9 gpm de agua en los aspersores y 60.77 gpm de solución de espuma en la cámara de espuma de acuerdo a los criterios basados en la norma NFPA.
- Se realizó la selección de aspersores y cámara de espuma de acuerdo al catálogo del fabricante.
- Se calculó el caudal y la presión mínimo en el Manifold de agua con un resultado de 85.086 psi y 4551.04 gpm, también en el Manifold de espuma con un valor de 114.665 psi y 372.2 gpm, dichos valores son de necesarios para poder distribuir el fluido en los anillos de enfriamiento y espuma.
- Por lo tanto se realizó el dimensionamiento de los aspersores y la cámara de espuma para el sistema contra incendio del tanque N° 68 en base a los criterios de la norma NFPA.

RECOMENDACIONES

- Cuando se suministre los accesorios de sistema contra incendio, tener en cuenta que tengan certificados UL y FM.
- Cuando se realice el montaje de los aspersores, tener en cuenta las medidas de seguridad, por ser un trabajo en altura.
- Utilizar equipos medidores de gases para identificar peligros de incendios por ignición de chispas en los trabajos de mantenimiento (sobre todo soldadura) alrededor de los tanques de almacenamiento.
- Cuando se realicen los trabajos de mantenimiento y pruebas tener en cuenta que los equipos de medición cuenten con certificado de calibración vigente.
- El personal debe estar capacitado para realizar trabajos en altura, realizar diariamente la supervisión de ese personal por parte del área de seguridad y verificar su permiso de trabajo indicando los trabajadores asignados a dicha labor.
- Verificar el arnés de seguridad para los trabajos en altura que no presente daños en sus costuras y accesorios, también inspeccionar que su certificado esté vigente.

BIBLIOGRAFÍA

- Bosquez, F (2013). *Diseño de un sistema contra incendios en base a la normativa NFPA, para la empresa metalúrgica ecuatoriana adelca c.a.* Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Mendoza, L (2014). *Diseño hidráulico de un sistema de protección contra incendio para el patio de tanques de almacenamiento de diésel B5 - unidad minera toquepala.* Tesis de grado. Universidad Nacional del Callao. Lima, Perú.
- Zepeda, J (2013). *Metodología para el diseño o actualización de los sistemas contra incendios para la protección de tanques atmosféricos de almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.* Tesis de grado. Instituto Politécnico Nacional. Ciudad de México, México.
- Esono, P (2015). *Sistema de protección contra incendios de un parque de almacenamiento de líquidos petrolíferos.* Tesis de grado. Universidad politécnica de Madrid. Madrid, España.
- Capítulo 1-10, (2005), de NFPA 11 - Norma para espuma de baja, media y alta. Florida, E.E.U.U.
- Capítulo 1-12, (2001), de NFPA 15 - Norma para sistemas fijos aspersores de agua para protección contra incendios. California, E.E.U.U.
- Capítulo 11, (2002), de NFPA 25 – Inspección, Prueba y Mantenimiento de sistemas de protección contra incendios a base de agua. Dallas, E.E.U.U.
- Capítulo 1-2, (1996), de NFPA 30 - Código de líquidos combustibles e inflamables. Boston, E.E.U.U.

- Capítulo 2, (1993), del DS-052-93 Reglamento de Seguridad para almacenamiento de hidrocarburos. Lima, Perú.

FUENTES BIBLIOGRAFICAS

- Tanque Bladder, DEMSA - Manual de Instalaciones Contra Incendio (2017), encontrado el 15 de febrero de 2018 en:
http://www.demsa.com.ar/manual_instalaciones.pdf.
- Concentrado de espuma, VIKING, Artículo Técnico Sistemas de Espuma – Baja Expansión, Media Expansión, Alta Expansión (2006), encontrado el 15 de febrero de 2018 en:
https://vikingiberica.com/Viking_doc/es/FoamSystems_ES.pdf.
- Catálogo de Boquillas Protectospray® Tipo D3 de pulverización direccionales, abiertas, a media velocidad (2016), encontrado el 15 de febrero de 2018 en:
https://www.tyco-fire.com/TFP_translate/TFP802_ES.pdf.
- Victaulic - Válvula de diluvio FireLock NXT Serie 769 (2015), encontrado el 15 de febrero de 2018 en:
<https://www.victaulic.com/assets/uploads/literature/30.81-SPAL.pdf>.
- Refinería Conchán – Petroperú, encontrado el 15 de febrero de 2018 en:
<https://www.petroperu.com.pe/Main.asp?Seccion=74>.

ANEXOS

ANEXO N° 01: Data sheet de aspersores

tyco Fire & Building
Products

<http://www.tyco-fireproducts.com>

Boquillas ProtectoSpray® Tipo D3 de pulverización direccional, abiertas, a media velocidad

Descripción General

Las boquillas ProtectoSpray Tipo D3 son boquillas abiertas (no automáticas) con descarga direccional y se destinan a los sistemas fijos de agua pulverizada para la protección contra incendios. Son boquillas con deflector externo que producen una descarga cónica llena y uniforme con gotitas de agua a media velocidad.

Las boquillas D3 son eficaces para cubrir superficies expuestas verticales, horizontales, curvadas y de forma irregular con una pulverización refrigerante para impedir la excesiva absorción de calor de un incendio adyacente y posibles daños estructurales, o la propagación del fuego al equipo protegido. En ciertas aplicaciones, en función de los requerimientos de densidad de agua de diseño, las boquillas Tipo D3 también se pueden utilizar para el control o la extinción del incendio.

Las boquillas Tipo D3 están disponibles en una amplia gama de tamaños de orificio y ángulos de descarga (ángulo de difusión incluido) para proporcionar flexibilidad en el diseño del sistema. Consulte la Hoja Técnica TFP890 para información sobre los tapones de purga que se pueden utilizar para las aplicaciones donde se requiere protección contra la infestación por insectos o la acumulación de residuos dentro del orificio de la boquilla.

IMPORTANTE

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

Se recomienda que se consulte al usuario final sobre la idoneidad de los materiales de construcción y acabado para una condiciones corrosivas en concreto. Deben considerarse como mínimo los efectos de la temperatura ambiente, de la concentración de productos químicos, y de la velocidad de gases/sustancias químicas, así como la naturaleza corrosiva a la cual pueden estar expuestos los rociadores.

Boquilla ProtectoSpray Tipo D3 es la nueva designación de la Gem Tipo D3.

AVISOS

Las boquillas ProtectoSpray Tipo D3 que aquí se describen deben ser instaladas y conservadas tal como se indica en este documento, de conformidad con las normas aplicables de la National Fire Protection Association (NFPA), y las normas de cualquier otra autoridad jurisdiccional. El no cumplimiento de este requisito puede perjudicar el funcionamiento de los dispositivos.

El diseño de los sistemas fijos de agua pulverizada puede variar considerablemente, en función de las características y de la naturaleza del riesgo, del propósito básico del sistema de pulverización, de la configuración del riesgo, y de las condiciones del viento/del tiro. Debido a estas variaciones y a la amplia gama de características disponibles de pulverización de las boquillas, el diseño de los sistemas fijos de agua pulverizada para la protección contra incendios debe ser realizado únicamente por proyectistas experimentados que entiendan a fondo las limitaciones y capacidades de dichos sistemas.

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



Datos técnicos

Homologaciones

Las boquillas ProtectoSpray Tipo D3 con acabado natural, cromadas, y en bronce revestido de plomo, así como en acero inoxidable, son listadas por UL y C-UL, y homologadas por FM.

Presión máxima de trabajo

175 psi (12,1 bar). Consulte también la Figura 2, Nota 2.

Coefficiente de descarga

Consulte la Tabla A.

Ángulos de descarga

Consulte la Tabla B.

Acabado y material

Consulte la Tabla E.

Rosca

NPT de 1/2"

Características físicas (bronce)

Cuerpo bronce
 Deflector bronce
 Divisor bronce
 Pasador bronce

Características físicas (acero inoxidable)

Cuerpo ASTMA-290, Grado CF-8M (equiv. acero Inox. 316)
 Deflector acero Inox. 316
 Divisor acero Inox. 316
 Pasador acero Inox. 316

Crterios de diseño

Colocación de las boquillas. Donde la autoridad jurisdiccional requiere el impacto directo del agua pulverizada sobre toda la superficie protegida, las boquillas deben separarse y orientarse de modo que sus formas de descarga cubran totalmente el plano de protección con la densidad media requerida mínima; sin embargo, se recomienda que la separación de las boquillas se limite a 3,7 m (12') al interior y a 3,0 m (10') a la intemperie. Donde se cuenta con el deslizamiento vertical u horizontal, p.ej. la protección por enfriamiento de recipientes de conformidad con NFPA 15, se aplican las mismas separaciones arriba recomendadas.

Cuando se utilizan para proteger las superficies de un recipiente, por ejemplo, las boquillas se posicionan perpendicularmente a, y a unos 0,6 m (2') de la superficie. Este enfoque, conjuntamente con un ángulo de descarga correctamente seleccionado, tenderá a hacer más eficaz el uso del agua pulverizada, ayudando a la vez a minimizar los efectos perturbadores de las condiciones del viento/ del tiro sobre la forma de descarga del agua.

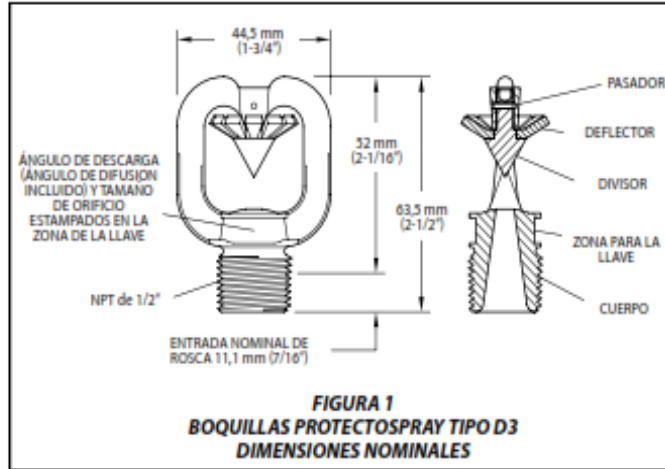


FIGURA 1
BOQUILLAS PROTECTOSPRAY TIPO D3
DIMENSIONES NOMINALES

ORIFICIO	DIÁMETRO MÍNIMO		FACTOR K	
			NFPA (GPM/psi ^{0.5})	ISO/SI (l/min.bar ^{0.5})
No. 16	0,203"	(5,16 mm)	1,2	17,3
No. 18	0,250"	(6,35 mm)	1,8	25,9
No. 21	0,281"	(7,14 mm)	2,3	33,1
No. 24	0,328"	(8,33 mm)	3,0	43,2
No. 28	0,375"	(9,53 mm)	4,1	59,0
No. 32	0,438"	(11,13 mm)	5,6	80,6
No. 34	0,500"	(12,70 mm)	7,2	103,7

TABLA A
SELECCIÓN DE TAMAÑOS DE ORIFICIO

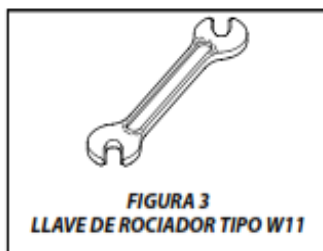
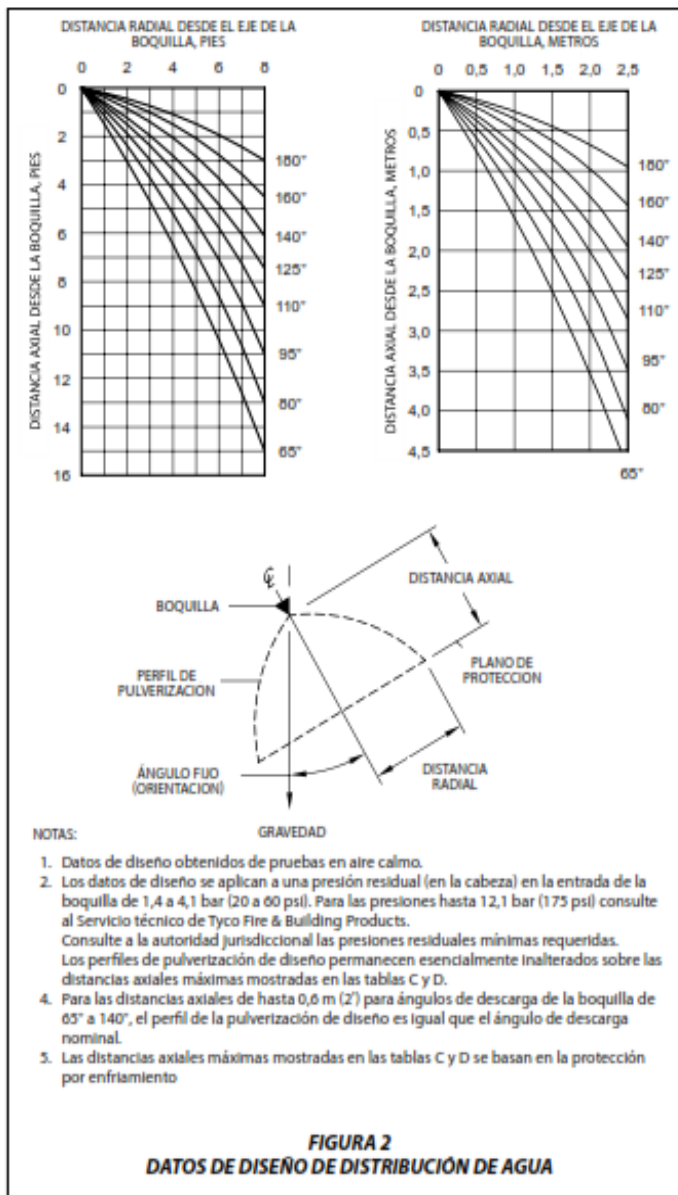
65°	125°
80°	140°
95°	160°
110°	180°

TABLA B
SELECCIÓN DE ÁNGULO DE DESCARGA

Formas de descarga. En la Figura 2 se muestran los perfiles de pulverización de diseño para los ángulos de descarga de la boquilla de 65 a 180 grados, y se aplican a presiones de descarga de 1,4 a 4,1 bar (20 a 60 psi). Las presiones de descarga superiores a 4,1 bar (60 psi) darán lugar a una disminución del área de cobertura puesto que las formas de descarga tienden a retraerse a presiones más altas. Solicitar Informes sobre presiones de descarga más altas al departamento de Servicio técnico. Las distancias axiales máximas entre el extremo de la boquilla y el plano de protección, para protección por enfriamiento, se dan en las Tablas C y D. Cuando la distancia axial del

extremo de boquilla al plano de protección es igual o inferior a 0,9 m (3'), el perfil de descarga de diseño es el mismo que los ángulos nominales de descarga de 65 a 140 grados.

Filtros de tubería principal. Para los sistemas que utilizan boquillas con un diámetro de paso de agua inferior a 9,5 mm (3/8"), es decir, N° 16 a N° 24 (Ref. Tabla A), y para cualquier sistema donde el agua es susceptible de contener material obstructivo se requieren filtros en la tubería principal conforme a NFPA 15.



Instalación

Las boquillas ProtectoSpray Tipo D3 deben instalarse de acuerdo con las siguientes instrucciones:

NOTA

Un cierre hermético de la rosca 1/2" NPT de la boquilla se obtiene aplicando un par de entre 9,5 y 19 Nm (7 a 14 ft.lb). El par máximo admisible para la instalación de las boquillas con rosca

de 1/2" NPT es de 29 Nm (20 ft.lb). Valores más elevados de par pueden distorsionar la entrada de la boquilla y provocar una fuga de agua o perjudicar el funcionamiento de la boquilla.

Paso 1. Aplicar sellante de tubería a la rosca de entrada y enroscar la boquilla al accesorio con tensión manual.

Paso 2. Apretar la boquilla utilizando únicamente la llave de rociador W-Type 11 (ver Figura 3). La llave de rociador W-Tipo 11 se debe aplicar a la zona indicada del rociador (Ver figura 1).

Cuidados y mantenimiento

El mantenimiento y la reparación de las boquillas ProtectoSpray Tipo D3 deben efectuarse de conformidad con las instrucciones siguientes:

NOTA

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

Jamás se deben pintar ni galvanizar las boquillas ProtectoSpray Tipo D3, ni aplicarles un recubrimiento o alterar de modo alguno las condiciones en que hayan salido de fábrica; de lo contrario, puede verse afectado el rendimiento de pulverización.

Se debe cuidar de evitar todo daño a las boquillas antes, durante y después de la instalación. Toda boquilla dañada por caída, golpes, mal uso de la llave u otra circunstancia similar deberá ser sustituida.

Se recomienda realizar inicialmente frecuentes inspecciones visuales para las boquillas instaladas en atmósferas potencialmente corrosivas para verificar la integridad de los materiales de construcción y acabado debido a que pueden ser afectadas por las condiciones corrosivas presentes para una instalación dada. A partir de entonces, se requieren inspecciones anuales conforme a NFPA 25.

Los sistemas fijos de agua pulverizada para servicios de protección contra incendios requieren cuidados y mantenimiento regularmente programados por personal capacitado. Además de examinar el rendimiento de la pulverización apropiado de las boquillas durante los ensayos de disparo de flujo de agua del sistema, se recomienda examinar periódicamente si hay en las boquillas piezas quebradas o faltantes (Incluyendo tapones de purga cuando sea aplicable), carga/obstrucciones, u otra evidencia de protección deteriorada. Las inspecciones se deben programar semanalmente o con tanta frecuencia como (Continúa en la Página 6)

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 65° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	10-6	12-6	13-0	13-3	14-6	15-0	15-6	
30°	8-3	10-9	10-9	11-9	12-6	13-6	13-9	
45°	7-3	10-0	10-0	11-3	11-6	12-6	12-9	
60°	6-6	9-3	9-6	10-9	11-0	11-9	12-6	
90°	6-0	8-6	9-0	10-3	10-6	10-9	11-6	
120°	5-9	7-6	7-6	7-6	8-3	9-0	9-6	
135°	5-6	6-0	6-3	6-6	7-0	8-0	8-6	
150°	5-3	5-6	5-6	5-9	6-3	7-3	7-6	
180°	5-0	5-0	5-0	5-6	5-9	6-6	7-0	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 125° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	4-6	5-0	6-6	7-9	10-0	10-3	10-6	
30°	3-9	3-9	6-3	6-9	8-6	8-6	8-9	
45°	3-0	3-6	5-9	6-0	7-9	7-6	8-3	
60°	2-6	3-0	5-6	5-9	7-3	7-3	7-9	
90°	2-0	2-9	4-9	5-0	5-9	6-0	6-6	
120°	1-9	2-3	3-3	3-3	3-9	3-9	4-6	
135°	1-6	1-9	2-0	2-6	3-3	3-3	3-9	
150°	1-6	1-6	2-0	2-3	2-6	2-9	3-6	
180°	1-3	1-3	1-9	2-0	2-3	2-6	3-3	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 80° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	9-0	10-6	11-0	12-0	13-0	14-0	14-0	
30°	7-3	8-3	8-9	10-6	11-6	12-3	12-3	
45°	6-3	7-6	8-0	10-3	10-6	11-3	11-3	
60°	5-6	7-0	7-6	10-0	10-3	10-9	10-9	
90°	5-0	6-0	7-0	9-3	9-6	9-9	10-0	
120°	4-6	4-9	5-9	6-6	7-3	7-0	8-0	
135°	4-3	4-6	5-0	5-6	6-0	6-3	6-9	
150°	4-0	4-0	4-6	5-0	5-6	5-6	6-0	
180°	3-9	3-9	4-0	4-6	4-9	5-3	5-6	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 140° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	4-0	4-6	6-0	6-6	8-0	8-0	8-0	
30°	3-3	3-6	5-6	5-6	6-3	7-0	7-0	
45°	2-9	2-9	5-0	5-0	5-6	6-6	6-6	
60°	2-3	2-6	4-6	4-6	5-3	5-6	5-9	
90°	1-9	2-3	4-0	4-0	4-6	4-6	5-0	
120°	1-6	1-9	2-3	2-6	2-6	3-0	3-6	
135°	1-3	1-6	1-6	1-9	2-0	2-6	2-9	
150°	1-3	1-3	1-6	1-6	1-9	2-3	2-6	
180°	1-0	1-0	1-3	1-3	1-6	2-0	2-3	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 95° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	7-0	7-9	9-6	10-6	11-0	12-0	12-6	
30°	5-9	6-6	7-9	9-9	10-6	10-9	11-0	
45°	5-3	6-3	7-0	9-6	9-9	10-3	10-3	
60°	4-9	6-0	6-9	9-3	9-6	9-9	9-9	
90°	4-0	5-0	6-6	8-3	8-6	8-9	8-9	
120°	3-6	3-9	5-0	5-3	6-3	6-0	6-6	
135°	3-3	3-6	4-0	4-6	5-3	5-3	5-6	
150°	3-0	3-0	3-6	4-0	4-6	4-6	4-9	
180°	3-0	3-0	3-3	3-9	4-0	4-3	4-6	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 160° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	3-6	3-9	4-9	5-0	6-0	6-9	7-0	
30°	2-9	3-0	4-3	4-6	5-0	5-9	6-3	
45°	2-3	2-6	3-9	4-0	4-6	5-3	5-6	
60°	1-9	2-3	3-6	3-9	4-3	4-9	5-3	
90°	1-3	1-9	3-0	3-3	3-6	3-9	4-3	
120°	1-0	1-3	1-6	2-0	2-0	2-3	2-6	
135°	1-0	1-0	1-3	1-3	1-6	1-9	2-0	
150°	0-9	0-9	1-0	1-0	1-6	1-6	1-9	
180°	0-9	0-9	0-9	0-9	1-3	1-6	1-6	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 110° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	6-0	7-0	9-0	9-6	11-0	11-3	11-6	
30°	5-3	6-3	7-3	8-9	9-6	9-9	10-0	
45°	4-9	5-9	6-6	8-6	9-0	9-0	9-3	
60°	4-3	5-6	6-3	8-3	8-6	8-6	8-9	
90°	3-6	4-6	5-9	7-6	7-6	7-6	7-9	
120°	2-9	3-3	4-6	4-6	5-6	5-6	5-6	
135°	2-6	2-9	3-6	3-6	4-6	4-6	4-9	
150°	2-3	2-6	3-0	3-3	3-6	3-9	4-3	
180°	2-3	2-3	2-9	3-0	3-3	3-6	3-9	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 180° EN PIES Y PULGADAS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	2-9	3-0	3-6	3-6	4-0	6-0	6-0	
30°	2-3	2-3	3-6	3-6	3-9	5-0	5-0	
45°	1-9	2-0	3-3	3-3	3-6	4-3	4-3	
60°	1-6	1-9	2-9	2-9	3-3	3-9	3-9	
90°	1-0	1-6	2-0	2-0	2-6	3-0	3-0	
120°	0-9	1-0	1-0	1-0	1-6	1-6	1-6	
135°	0-6	0-9	0-9	0-9	1-3	1-3	1-3	
150°	0-6	0-6	0-6	0-6	1-0	1-0	1-0	
180°	0-6	0-6	0-6	0-6	0-9	0-9	0-9	

TABLA C
TABLA DDISTANCIA AXIAL MÁXIMA ENTRE EL EXTREMO DE BOQUILLA Y
PLANO DE PROTECCIÓN PARA LA PROTECCIÓN POR ENFRIAMIENTO
— PIES Y PULGADAS —

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 65° EN METROS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	3,2	3,8	4,0	4,0	4,4	4,6	4,7	
30°	2,5	3,3	3,3	3,6	3,8	4,1	4,2	
45°	2,2	3,0	3,0	3,4	3,5	3,8	3,9	
60°	2,0	2,8	2,9	3,3	3,4	3,6	3,8	
90°	1,8	2,6	2,7	3,1	3,2	3,3	3,5	
120°	1,8	2,3	2,3	2,3	2,5	2,7	2,9	
135°	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,4	2,6	
150°	1,6	1,7	1,7	1,9	1,9	2,2	2,3	
180°	1,5	1,5	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 125° EN METROS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	1,4	1,5	2,0	2,4	3,0	3,1	3,2	
30°	1,1	1,1	1,9	2,1	2,6	2,6	2,7	
45°	0,9	1,1	1,8	1,8	2,4	2,3	2,5	
60°	0,8	0,9	1,7	1,8	2,2	2,2	2,4	
90°	0,6	0,8	1,4	1,5	1,8	1,8	2,0	
120°	0,5	0,7	1,0	1,0	1,1	1,1	1,4	
135°	0,5	0,5	0,8	0,8	1,0	1,0	1,1	
150°	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	1,1	
180°	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 80° EN METROS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	2,7	3,2	3,4	3,7	4,0	4,3	4,3	
30°	2,2	2,5	2,7	3,2	3,5	3,7	3,7	
45°	1,9	2,3	2,4	3,1	3,2	3,4	3,4	
60°	1,7	2,1	2,3	3,0	3,1	3,3	3,3	
90°	1,5	1,8	2,1	2,8	2,9	3,0	3,0	
120°	1,4	1,4	1,8	2,0	2,2	2,1	2,4	
135°	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1	
150°	1,2	1,2	1,4	1,5	1,7	1,7	1,8	
180°	1,1	1,1	1,2	1,4	1,4	1,6	1,7	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 140° EN METROS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	1,2	1,4	1,8	2,0	2,4	2,4	2,4	
30°	1,0	1,1	1,7	1,7	1,9	2,1	2,1	
45°	0,8	0,8	1,5	1,5	1,7	2,0	2,0	
60°	0,7	0,8	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	
90°	0,5	0,7	1,2	1,2	1,4	1,4	1,5	
120°	0,5	0,5	0,7	0,8	0,8	0,9	1,1	
135°	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,8	
150°	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8	
180°	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 95° EN METROS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	2,1	2,4	2,9	3,2	3,4	3,7	3,8	
30°	1,8	2,0	2,4	3,0	3,2	3,3	3,4	
45°	1,6	1,9	2,1	2,9	3,0	3,1	3,1	
60°	1,4	1,8	2,1	2,8	2,9	3,0	3,0	
90°	1,2	1,5	2,0	2,5	2,6	2,7	2,7	
120°	1,1	1,1	1,5	1,6	1,9	1,8	2,0	
135°	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,6	1,7	
150°	0,9	0,9	1,1	1,2	1,4	1,4	1,4	
180°	0,9	0,9	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 160° EN METROS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	1,1	1,1	1,4	1,5	1,8	2,1	2,1	
30°	0,8	0,9	1,3	1,4	1,5	1,8	1,9	
45°	0,7	0,8	1,1	1,2	1,4	1,6	1,7	
60°	0,5	0,7	1,1	1,1	1,3	1,4	1,6	
90°	0,4	0,5	0,9	1,0	1,1	1,1	1,3	
120°	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	
135°	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	
150°	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	
180°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5	0,5	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 110° EN METROS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	1,8	2,1	2,7	2,9	3,4	3,4	3,5	
30°	1,6	1,9	2,2	2,7	2,9	3,0	3,0	
45°	1,4	1,8	2,0	2,6	2,7	2,7	2,8	
60°	1,3	1,7	1,9	2,5	2,6	2,6	2,7	
90°	1,1	1,4	1,8	2,3	2,3	2,3	2,4	
120°	0,8	1,0	1,4	1,4	1,7	1,7	1,7	
135°	0,8	0,8	1,1	1,1	1,4	1,4	1,4	
150°	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,3	
180°	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	

DISTANCIA AXIAL MÁXIMA PARA ÁNGULO DE DESCARGA DE 180° EN METROS								
ÁNGULO FIJO	ORIFICIO							
	16	18	21	24	28	32	34	
0°	0,8	0,9	1,1	1,1	1,2	1,8	1,8	
30°	0,7	0,7	1,1	1,1	1,1	1,5	1,5	
45°	0,5	0,6	1,0	1,0	1,1	1,3	1,3	
60°	0,5	0,5	0,8	0,8	1,0	1,1	1,1	
90°	0,3	0,5	0,6	0,6	0,8	0,9	0,9	
120°	0,2	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	
135°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	
150°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	
180°	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	

TABLA D
TABLA D DISTANCIA AXIAL MÁXIMA ENTRE EL EXTREMO DE BOQUILLA Y
PLANO DE PROTECCIÓN PARA LA PROTECCIÓN POR ENFRIAMIENTO
— METROS —

P/N 49 — 3XX — X — XXX

ORIFICIO		ACABADO Y MATERIAL		ÁNGULO DE DESCARGA	
16	No. 16	1	BRONCE NATURAL	065	65°
18	No. 18	4	BRONCE REVESTIDO DE TEFLÓN	080	80°
21	No. 21	7	BRONCE REVESTIDO DE PLOMO	095	95°
24	No. 24	9	BRONCE CROMADO	110	110°
28	No. 28	0	ACERO INOXIDABLE NATURAL	125	125°
32	No. 32			140	140°
34	No. 34			160	160°
				180	180°

TABLA E
SELECCIÓN DE NÚMERO DE COMPONENTE

sea necesario, y deben emprenderse acciones correctivas para asegurarse de que las boquillas se comportarán según lo previsto en caso de incendio.

Para las instalaciones sujetas a helada y donde se han instalado tapones de purga, debe realizarse inspeccionarse periódicamente si hay acumulación de hielo del condensado atrapado que podría afectar la apropiada descarga de los tapones de purga.

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

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

Garantía Limitada

Los productos de Tyco Fire & Building Products (TFBP) se garantizan, únicamente al Comprador original, durante un periodo de 10 años contra cualquier defecto en el material o mano de obra, siempre que hayan sido pagados y correctamente instalados y mantenidos en condiciones normales de uso y servicio. Esta garantía caduca a los diez (10) años de la fecha de expedición por TFBP. No se ofrece ninguna garantía en el caso de productos o componentes fabricados por

empresas que no tengan una relación de propiedad con TFBP, ni para productos y componentes que hayan sido expuestos al uso incorrecto, a la instalación inapropiada o a la corrosión, o que no hayan sido instalados, mantenidos, modificados o reparados en conformidad con las normas aplicables de la National Fire Protection Association o con las normas o reglas de otra autoridad jurisdiccional. Cualquier material que TFBP considere defectuoso será reparado o sustituido, según decisión exclusiva de TFBP. TFBP no acepta, ni autoriza a ninguna persona a aceptar de parte de TFBP, ninguna otra responsabilidad en relación con la venta de sus productos o componentes de sus productos. TFBP no acepta ninguna responsabilidad por errores en el diseño de los sistemas de rociadores ni por información inexacta o incompleta que haya podido suministrar el Comprador o los representantes de éste.

En ningún caso será responsable TFBP, por contrato, delito civil, responsabilidad objetiva, o según cualquier otra teoría jurídica, por daños incidentales, indirectos, especiales o consecuenciales, incluyendo, de modo no limitativo, los gastos de mano de obra, independientemente de si TFBP ha sido informado sobre la posibilidad de tales daños, y en ningún caso será la responsabilidad de TFBP superior en valor al precio de venta original.

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

Esta garantía limitada establece el remedio exclusivo ante cualquier reclamación basada en el fallo o defecto de productos, materiales o componentes, sea por contrato, delito civil,

responsabilidad objetiva, o según cualquier otra teoría jurídica.

Esta garantía tendrá la aplicación máxima permitida por la ley. La eventual falta total o parcial de validez de cualquier aspecto de esta garantía no afectará a la del resto.

Procedimiento para pedidos

Cuando curse un pedido, indique el nombre completo del producto y el P/N.

Contacte con su distribuidor local para determinar la disponibilidad.

Boquillas ProtectoSpray D3:

Especifique: Orificio No. (especificar), boquilla ProtectoSpray Tipo D3 con (especificar acabado/revestimiento y material) con (especificar número) grados ángulo de descarga, P/N (especificar a partir de la tabla E).

Llave de rociador:

Especifique: Llave de rociador tipo W11, P/N 56-452-1-001.

Tapones de purga opcionales:

Especifique: Estilo de tapón de purga (especificar letra), P/N (especificar a partir de la Figura 1).

(No. 16) Estilo AP/N 56-320-1-001
(No. 18) Estilo KP/N 56-320-1-009
(No. 21) Estilo JP/N 56-320-1-008
(No. 24) Estilo IP/N 56-320-1-007
(No. 28) Estilo HP/N 56-320-1-006
(No. 32) Estilo EP/N 56-320-1-005
(No. 34) Estilo DP/N 56-320-1-004

Nota: este documento es una traducción. Las traducciones de cualquier información escrita a idiomas diferentes del inglés se han hecho únicamente como cortesía al público no angloparlante. No queda garantizada, ni debe suponerse, la exactitud de la traducción. En el caso de que surjan dudas respecto a la precisión de la información contenida en esta traducción, le rogamos consulte la versión inglesa del documento TFP802, que es la versión oficial del mismo. Cualquier discrepancia o diferencia surgida de la traducción no será vinculante ni tendrá repercusión legal a efectos de cumplimiento, obligación ni cualquier otro propósito. www.quickilvertranslate.com.

ANEXO N° 2: Data sheet de cámara de espuma



Foam Chambers

The Chemguard Foam Chamber consists of a foam expansion chamber and an integral foam maker. The foam chamber is installed on a flammable liquid storage tank just below the roof joint. The foam solution is piped to the chamber from outside the hazard area. Upon entering the chamber, the foam solution is expanded and then discharged against a deflector inside the storage tank. The deflector directs the foam against the inside wall of the storage tank. This reduces the submergence of the foam and agitation of the fuel surface. (NFPA Type II Application)

FEATURES

- U. L. Listed
- FM Approved
- (4) models available to cover all flow requirements
- Top of chamber has handle, which simplifies inspection access to the vapor seal
- Frangible glass vapor seal is provided. The glass is scored on one side and designed to break at a minimum 10 psi but not greater than 20 psi.
- Chamber manufactured in ASTM A36 carbon steel with a 304 stainless steel screen covering the foam maker air inlets
- All foam chamber inlets and outlets are flat faced and drilled to ANSI 150 lb. standard. Flange gaskets are provided.
- Choice of two styles of deflector is available (split or solid)
- Finished with durable red epoxy paint
- A stainless steel inlet orifice is supplied. Chemguard sizes the orifice based on the foam solution flow requirements and the foam solution inlet pressure available at the base of the foam chamber.

ORDERING INFORMATION

When ordering please supply the following:

1. Minimum inlet pressure at base of foam chamber and foam solution flow rate required (It is recommended a minimum of 40 PSI inlet pressure be available)
2. Type of deflector required - solid or split
3. Mounting pad if required

Part Number	Flow
FC 2.50	58-177 GPM
FC 3.00	101-292 GPM
FC 4.00	180-642 GPM
FC 6.00	540-1090 GPM

CHEMGUARD
204 S. 6th Ave • Mansfield, Tx 76063 • (817) 473-9964 • FAX (817) 473-0606
www.chemguard.com

DATA SHEET #D10D03130
REVISION: 10/2006

ORDERING INFORMATION

Part No:	Description	Approx. Shipping Wt. Lb. (Kg.)		GPM
FC 2.50	2½" Foam Chamber	60	(27.2)	58-177 GPM
FC 2.51	2½" Solid Deflector	5	(2.3)	
FC 2.52	2½" Split Deflector	5	(2.3)	
FC 2.53	2½" Mounting Pad	15	(6.8)	
FC 2.54	Spare Vapor Seal Assembly	1	(0.5)	
FC 3.00	3" Foam Chamber	100	(45.4)	101-292 GPM
FC 3.01	3" Solid Deflector	10	(4.5)	
FC 3.02	3" Split Deflector	10	(4.5)	
FC 3.03	3" Mounting Pad	20	(9.1)	
FC 3.04	Spare Vapor Seal Assembly	1	(0.5)	
FC 4.00	4" Foam Chamber	145	(65.8)	180-642 GPM
FC 4.01	4" Solid Deflector	20	(9.1)	
FC 4.02	4" Split Deflector	20	(9.1)	
FC 4.03	4" Mounting Pad	35	(15.9)	
FC 4.04	Spare Vapor Seal Assembly	1	(0.5)	
FC 6.00	6" Foam Chamber	270	(122.5)	540-1090 GPM
FC 6.01	6" Solid Deflector	30	(13.6)	
FC 6.02	6" Split Deflector	30	(13.6)	
FC 6.03	6" Mounting Pad	50	(22.7)	
FC 6.04	Spare Vapor Seal Assembly	2	(0.9)	

Note:

Each foam chamber comes complete with the following:

- (1) Vapor seal
- (1) Orifice - sized per customer requirements
- (2) Vapor seal gaskets
- (1) Inspection cover gasket
- (2) Inlet gaskets
- (2) Outlet gaskets

Various nuts, bolts, etc. to make complete assembly.

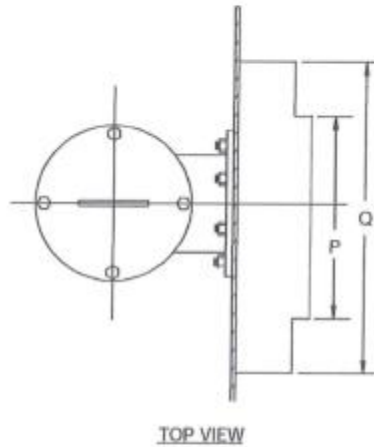
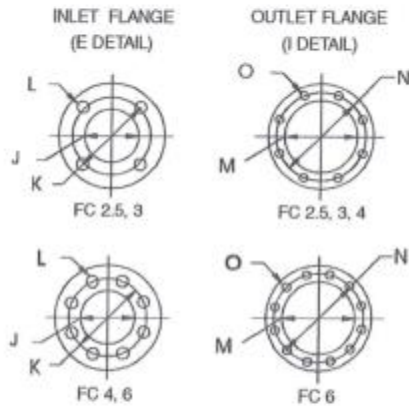
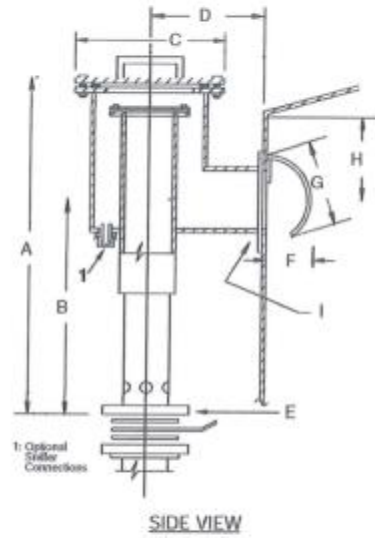
Deflectors, mounting pads and spare vapor seal assemblies sold separately.

CHEMGUARD
204 S. 6th Ave • Mansfield, Tx 76063 • (817) 473-9964 • FAX (817) 473-0606
www.chemguard.com

DATA SHEET #D10003130
REVISION: 10/2008

CHAMBER DIMENSIONS

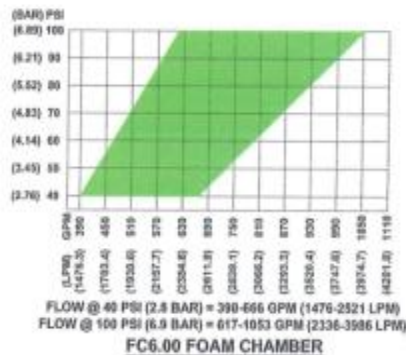
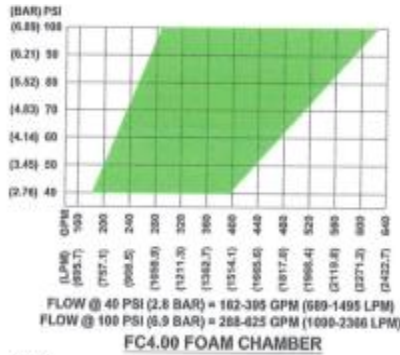
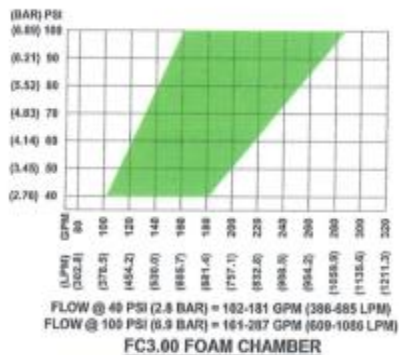
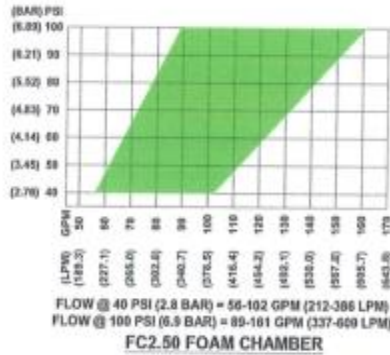
	FC 2.5	FC 3	FC 4	FC 6
A	20 IN.	34 3/4 IN.	38 1/2 IN.	44 3/4 IN.
B	17 1/2 IN.	32 1/4 IN.	23 1/2 IN.	27 1/2 IN.
C	10 5/8 IN.	12 3/4 IN.	14 3/4 IN.	16 IN.
D	7 IN.	9 IN.	10 IN.	12 IN.
E	2 1/2 IN.	3 IN.	4 IN.	6 IN.
F	3 1/4 IN.	4 1/4 IN.	5 3/8 IN.	6 3/8 IN.
G	6 1/2 IN.	9 1/2 IN.	10 1/2 IN.	12 1/2 IN.
H	8 IN.	9 1/2 IN.	11 IN.	12 IN.
I	4 IN.	6 IN.	8 IN.	10 IN.
J	2 7/8 IN.	3 1/2 IN.	4 1/2 IN.	6 5/8 IN.
K	5 1/2 IN.	6 IN.	7 1/2 IN.	9 1/2 IN.
L	3 1/4 IN.	3 1/4 IN.	7/8 IN.	7/8 IN.
M	4 1/2 IN.	6 5/8 IN.	6 5/8 IN.	10 3/4 IN.
II	7 1/2 IN.	9 1/2 IN.	11 3/4 IN.	14 1/4 IN.
O	3 1/4 IN.	7/8 IN.	7/8 IN.	1 IN.
P	6 IN.	12 IN.	16 IN.	20 IN.
Q	12 IN.	16 IN.	24 IN.	30 IN.



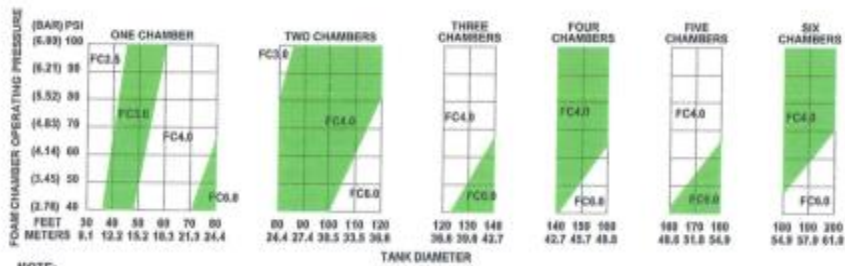
CHEMGUARD
 204 S. 6th Ave • Mansfield, Tx 76063 • (817) 473-9964 • FAX (817) 473-0606
www.chemguard.com

DATA SHEET #D10003130
 REVISION: 09/2005

FLOW RANGE CHARTS FOR CHEMGUARD FOAM CHAMBERS



- NOTE:**
1. Solution flow can be specified for any flow/pressure combination within the shaded area.
 2. Flows noted at 40 and 100 psi (2.8 & 6.9 bar) are flow achieved through the smallest & largest orifice available for each device.



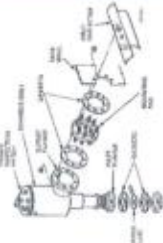
NOTE: Selection of foam chamber is based upon foam solution pressure at inlet to foam chamber. If this pressure is marginal, always use the next largest foam chamber size.

CHEMGUARD
 204 S. 6th Ave • Mansfield, Tx 76063 • (817) 473-9964 • FAX (817) 473-0606
www.chemguard.com

DATA SHEET #D10D03130
 REVISION: 04/2009

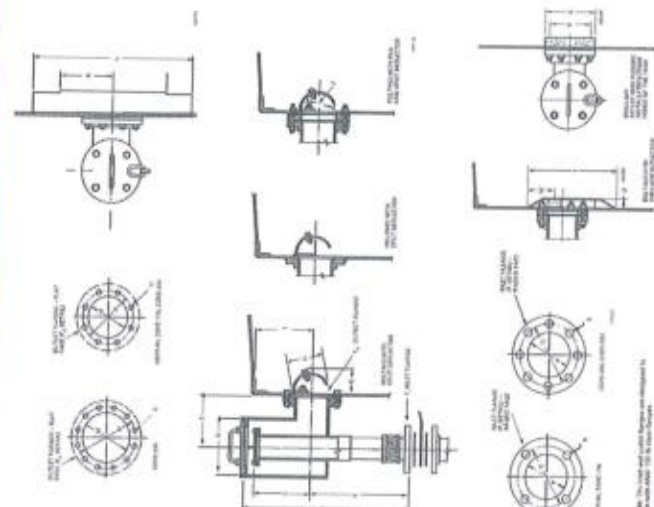
Specifications

The **Model 1000** is a high speed, high capacity, automatic lathe with a long travel and wide range of capabilities. It is designed for the production of precision turned parts in a wide variety of materials. The lathe is available in two configurations: a standard configuration and a high speed configuration. The standard configuration is designed for the production of precision turned parts in a wide variety of materials. The high speed configuration is designed for the production of precision turned parts in a wide variety of materials. The lathe is available in two configurations: a standard configuration and a high speed configuration. The standard configuration is designed for the production of precision turned parts in a wide variety of materials. The high speed configuration is designed for the production of precision turned parts in a wide variety of materials.



Dimension Table

Dimension	Model 1000	Model 1000	Model 1000	Model 1000
A	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
B	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
C	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
D	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
E	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
F	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
G	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
H	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
I	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
J	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
K	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
L	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
M	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
N	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
O	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
P	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
Q	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
R	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
S	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
T	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
U	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
V	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
W	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
X	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
Y	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.
Z	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.	14.18 in.



Ordering Information

Part No.	Description	Quantity
1000	Lathe	1
1001	Tool Holder	1
1002	Turret	1
1003	Tool Holder	1
1004	Turret	1
1005	Tool Holder	1
1006	Turret	1
1007	Tool Holder	1
1008	Turret	1
1009	Tool Holder	1
1010	Turret	1
1011	Tool Holder	1
1012	Turret	1
1013	Tool Holder	1
1014	Turret	1
1015	Tool Holder	1
1016	Turret	1
1017	Tool Holder	1
1018	Turret	1
1019	Tool Holder	1
1020	Turret	1
1021	Tool Holder	1
1022	Turret	1
1023	Tool Holder	1
1024	Turret	1
1025	Tool Holder	1
1026	Turret	1
1027	Tool Holder	1
1028	Turret	1
1029	Tool Holder	1
1030	Turret	1
1031	Tool Holder	1
1032	Turret	1
1033	Tool Holder	1
1034	Turret	1
1035	Tool Holder	1
1036	Turret	1
1037	Tool Holder	1
1038	Turret	1
1039	Tool Holder	1
1040	Turret	1
1041	Tool Holder	1
1042	Turret	1
1043	Tool Holder	1
1044	Turret	1
1045	Tool Holder	1
1046	Turret	1
1047	Tool Holder	1
1048	Turret	1
1049	Tool Holder	1
1050	Turret	1
1051	Tool Holder	1
1052	Turret	1
1053	Tool Holder	1
1054	Turret	1
1055	Tool Holder	1
1056	Turret	1
1057	Tool Holder	1
1058	Turret	1
1059	Tool Holder	1
1060	Turret	1
1061	Tool Holder	1
1062	Turret	1
1063	Tool Holder	1
1064	Turret	1
1065	Tool Holder	1
1066	Turret	1
1067	Tool Holder	1
1068	Turret	1
1069	Tool Holder	1
1070	Turret	1
1071	Tool Holder	1
1072	Turret	1
1073	Tool Holder	1
1074	Turret	1
1075	Tool Holder	1
1076	Turret	1
1077	Tool Holder	1
1078	Turret	1
1079	Tool Holder	1
1080	Turret	1
1081	Tool Holder	1
1082	Turret	1
1083	Tool Holder	1
1084	Turret	1
1085	Tool Holder	1
1086	Turret	1
1087	Tool Holder	1
1088	Turret	1
1089	Tool Holder	1
1090	Turret	1
1091	Tool Holder	1
1092	Turret	1
1093	Tool Holder	1
1094	Turret	1
1095	Tool Holder	1
1096	Turret	1
1097	Tool Holder	1
1098	Turret	1
1099	Tool Holder	1
1100	Turret	1

ANEXO N° 3: Data sheet de espuma AFFF – 3%



Centurion[®] C6 3%

Película Acuosa Formación
De Espuma
NFC330

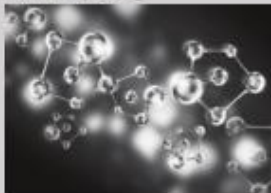
Assurance

Extinción de incendios y desempeño ambiental en el que puede confiar

National Foam se enorgullece de la forma abierta y honesta en la que llevamos a cabo nuestro negocio en todo el mundo. Nuestras espumas son una extensión de nuestras creencias éticas y nos enorgullecemos en ser un fabricante de espuma responsable, equilibrando el alto rendimiento con el mínimo impacto ambiental.

Tecnología C6

Espuma formadora de una película acuosa ecológicamente responsable (AFFF) Centurion[®] C6 3%, que se utiliza al 3% de concentración para extinguir incendios de combustibles de hidrocarburo. Los fluorotensioactivos C6 se han desarrollado y perfeccionado específicamente para reducir el impacto ambiental sin reducir su rendimiento. Esta nueva formulación demuestra el compromiso de National Foam para mayor flexibilidad, el rendimiento de extinción de incendios, y la responsabilidad ambiental. Es adecuado para su uso con la mayoría de los tipos de equipos de dosificación y descarga.



- ☒ Concentrado de espuma ecológicamente responsable.
- ☒ Su excelente fluidez proporciona "caída" rápida.
- ☒ Adecuado para su uso con agua dulce o de mar.
- ☒ Compatible con una amplia gama de dispositivos de dosificación y formación de espuma.
- ☒ Adecuado para su uso con agentes extintores de polvo seco compatibles con espuma.
- ☒ Underwriters Laboratories, Inc.
- ☒ Underwriters Laboratories of Canada (ULC).

Los concentrados de espumas AFFF están diseñados para derribar el fuego rápidamente, produciendo una película acuosa fina que se esparce sobre la superficie de combustible, separando el combustible del oxígeno. Esto se logra dejando que la solución de espuma drene rápidamente de las burbujas de espuma, que afectan la capacidad de sellado a largo plazo y resistencia a la reignición.

Centurion[®] C6 3% se utiliza con sistemas de supresión de incendios y manualmente para combatir incendios de hidrocarburos como aceite crudo, gasolina y aceites combustibles. No es apropiado para utilización sobre solventes polares o combustibles miscibles en agua como alcoholes, cetonas, ésteres y éteres. Entre las

instalaciones típicas se incluyen sistemas rociadores de espuma-agua, hangares, islas de carga, áreas de procesamiento, derrames, etc. Centurion[®] C6 3% es un agente excelente para utilizar en rescates e incendios de aeronaves (ARFF) o en otras aplicaciones contra incendios donde no se encuentren solventes polares. Es también utilizable como agente humidificador en el combate de incendios de clase A.

En general los concentrados de espuma AFFF pueden utilizarse con boquillas sin aspiración de aire y con rociadores, sin embargo, para obtener una mejor expansión de la espuma y un 25% de tiempo de drenaje, todos los concentrados de espuma deben utilizarse con boquillas aspiradoras y dispositivos de descarga de generadores de espuma.

Propiedades Físicas Típicas

Apariencia.....Líquido Amarillo Pálido
Gravedad Específica a 77°F (25°C).....1.02
pH.....8.0
Viscosidad a 77°F (25°C).....2.0 cSt
Punto de Congelación.....25°F (-4°C)
Temp. Mínima Utilizable.....35°F (2°C)
Temp. Máxima Utilizable.....120°F (49°C)

Almacenamiento y Manipulación

Centurion[®] C6 3% se almacena idealmente en su contenedor de envío original o en tanques o en otros contenedores diseñados para almacenar tales tipos de espuma. Los materiales de construcción recomendados son acero inoxidable (tipo

Centurion[®] C6 3%

Película Acuosa Formación De Espuma

304L o 316), polietileno reticulado de alta densidad o políéster de fibra de vidrio reforzado (resina de políéster isoftálica) con una capa interna de resina de éster de vinilo (50-100 mils). Consultar el Boletín Técnico de National Foam NFTB100 para obtener más información.

Los concentrados de espuma son susceptibles a la evaporación, la cual se acelera cuando el producto queda expuesto al aire. Los tanques de almacenamiento deben sellarse y ajustarse con una ventilación de presión y vacío para evitar el intercambio libre de aire. Se recomienda su almacenamiento entre 35°F y 120°F (2°C y 49°C) de acuerdo con los rangos de temperatura listados por UL. Cuando el producto se almacena en tanques de almacenamiento atmosféricos, los contenidos deben estar cubiertos con un cuarto de pulgada (6.35 mm) de Sello de aceite de National Foam para garantizar la prevención de entrada de aire en contacto con el concentrado de espuma. El uso del Sello de aceite solo se recomienda en los tanques de almacenamiento estacionarios. Consulte el Boletín Técnico NFTB100 de National Foam o la hoja de datos del producto NFC950 de National Foam para más información.

Centurion[®] 3% es estable en congelación / descongelación. En caso de que el producto se congele durante el transporte o el almacenamiento, no se espera una pérdida de rendimiento al descongelarse.

Vida Útil, Inspección y Prueba

La vida útil de cualquier concentrado de espuma se extiende en condiciones adecuadas de almacenamiento y mantenimiento. Los factores que afectan la vida útil son los cambios grandes de temperatura, temperaturas extremas altas o bajas, evaporación, disolución y contaminación por materiales externos. Concentrados de espuma AFFF de National Foam almacenados correctamente han sido sometidos a pruebas y no se registraron pérdidas significativas en su rendimiento, incluso luego de 15 años.

La NFPA (National Fire Protection Association) recomienda examinar anualmente todas las espumas contra incendios. National Foam provee un programa de servicio técnico para realizar tales pruebas. Consulte la hoja de datos del producto NFC960 de National Foam para más detalles sobre el Programa de Servicio Técnico.

Información Ambiental y Toxicológica

Centurion[®] 3% no contiene ingredientes informables según el Título III de la Sección 313 de la ley Superfund Amendments and Reauthorization Act (SARA) de 40 CFR-372 o el Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act (CERCLA) del 1 de julio de 1995.

Los concentrados de National Foam no contienen PFOs, de acuerdo con el Programa de Manejo 2010/2015 de USEPA.

Centurion[®] 3% es biodegradable. Sin embargo, como cualquier otra sustancia, debe asegurarse de evitar que la descarga ingrese en aguas subterráneas, aguas superficiales o en desagües. Con anticipación, la solución Centurion[®] 3% puede ser tratada mediante sistemas biológicos locales de tratamiento de aguas residuales. Debido a la variación de las instalaciones según su ubicación, la eliminación o la descarga del concentrado Centurion[®] 3% o de la solución de espuma debe hacerse de acuerdo con las regulaciones federales, estatales y locales.

Centurion[®] 3% no ha sido probado para determinar la toxicidad oral aguda, irritación primaria de la piel o irritación ocular primaria. El constante contacto provoca la pérdida de aceites de la piel y consecuentemente sequedad. Centurion[®] 3% es irritante a los ojos por lo que debe evitarse el contacto con los ojos. Se recomienda a los usuarios utilizar equipamiento de protección. Si Centurion[®] 3% entra en los ojos, lávelos con abundante agua y busque asistencia médica inmediata. Para obtener más detalles, consultar la ficha técnica sobre la seguridad de los materiales de Centurion[®] 3% NMS330.

Centurion^{C6} 3%

Película Acuosa Formación De Espuma

Información del Pedido			
Contenedor	Envío Peso	Dimensiones Envío	Parte Número
Baldes de 5 Galones (19 litros)	45 lb. (20.4 kg)	1.13cu. ft.3 (0.032 cu. m)	2133-7340-4
Bidones de 55 Galones (208 litros)	492 lb. (223.2 kg)	11.51 cu. ft.3 (0.326 cu. m)	2133-7481-4
Tanque Tote Reutilizable IBC de 275 Galones (1041 litros)	2481lb. (1125.4 kg)	51.11 cu. ft.3 (1.106 cu. m)	2133-7725-4
Tanque Tote Reutilizable IBC de 330 Galones (1249 litros)	2970 lb. (1347.2 kg)	55.8 cu.ft.3 (1.580 cu.m)	2133-7033-4
Volumen	8.53 lb./gal. (1.02 kg/l)		2133-7001-4

ANEXO N° 4: Certificado UL y FM de aspersores

VGYZ.EX2003 - Nozzles, Spray Type, Fixed

Page 1 of 2



ONLINE CERTIFICATIONS DIRECTORY

VGYZ.EX2003 Nozzles, Spray Type, Fixed

[Page Bottom](#)

Nozzles, Spray Type, Fixed

[See General Information for Nozzles, Spray Type, Fixed](#)

GRINNELL CORP
1457 ELWOOD AVE
CRANSTON, RI 02910-3849 USA

EK2003

AUTOMATIC TYPE

Model	Discharge Angle Deg	Discharge Coefficient K	Temp Rating F
Issue C (Type 1.2)+	*	2.9	165, 212, 286, 350

NONAUTOMATIC TYPE

Model	Discharge Angle Deg	Discharge Coefficient K
FB00	*	1.9, 2.8, 4.3
FB22	*	2.0
FB24	*	2.3
FB26	*	2.6
FB28	*	2.7
FB32	*	4.6
FB34	*	5.1
D3	65, 80, 95,	1.3, 1.8, 2.4, 3.1,
	110, 125, 140,	4.1, 5.7, 7.0, 9.9,
	160, 180	13.5, 16.4, 18.4
D3S	65, 80, 95, 110	1.2, 1.7, 2.2, 2.8
	125, 140, 160, 180	
D4a	65, 80, 95, 110,	1.3, 1.8, 2.4, 3.1,
	125, 140, 160, 180	4.1, 5.7, 7.0

CORROSION RESISTANT NOZZLES

Model	Coating Type	Temp Rating F
Issue C (Type 1, 2)	Lead	165, 212, 286, 350
Issue C (Type 1, 2)	Wax, Wax over Lead	165, 212
Issue C (Type 1, 2)	Enamel, Enamel over Lead	286, 350

Letter C indicates projectors with plastic caps. See manufacturers data for use limitations.

10/12/2015

* See manufacturers data for details.

† These nozzles may be supplied without operating parts as a non-automatic nozzle.

Trademark and/or Tradename: "TYCO FIRE & BUILDING PRODUCTS"

Last Updated on 2014-12-15

[Questions?](#)

[Print this page](#)

[Terms of Use](#)

[Page Top](#)

© 2015 UL LLC

The appearance of a company's name or product in this database does not in itself assure that products so identified have been manufactured under UL's Follow-Up Service. Only those products bearing the UL Mark should be considered to be Certified and covered under UL's Follow-Up Service. Always look for the Mark on the product.

UL permits the reproduction of the material contained in the Online Certification Directory subject to the following conditions: 1. The Guide Information, Assemblies, Constructions, Designs, Systems, and/or Certifications (files) must be presented in their entirety and in a non-misleading manner, without any manipulation of the data (or drawings). 2. The statement "Reprinted from the Online Certifications Directory with permission from UL" must appear adjacent to the extracted material. In addition, the reprinted material must include a copyright notice in the following format: "© 2015 UL LLC".

10/12/2015

Water-Spray Systems

Permanently piped systems of open or automatic water-spray type nozzles are intended for protection of flammable liquid hazards, conveyor openings, horizontal dryers and such.

The automatic control equipment for open nozzle water-spray systems is the same as that used for FM Approved special sprinkler systems. The automatic opening valves are supervised as specified for deluge or preaction systems.

The effectiveness of water-spray protection depends on many factors such as nozzle spacing, elevation, direction or angle of discharge, water pressure, wind velocity and the flashpoint, viscosity and temperature of the flammable liquid to be protected.

Detailed information on proposed installations for FM Global Insured locations should be forwarded to the appropriate FM Global district office for review and acceptance. The information should give complete data in regard to the hazard, curbs or overflow drains, type, size, location and angle of nozzles, piping layout, strainers, flushing valves, water pressure available at full flow and control equipment.

Water-spray nozzles are intended to protect a hazard which cannot adequately be protected by conventional sprinkler systems. Each system is designed and calculated for the hazard, and each nozzle is chosen for its specific discharge characteristics (capacity, spray range, spray angle etc.). Applications include protection of spherical tanks, oil-filled electrical equipment, open flammable liquid storage and processing equipment, oil-cooled transformers, conveyor openings, and horizontal continuous dryers.

Open Water- Spray Nozzles

Type D3 Protectospray Nozzle

Type D3 Protectospray Nozzle. Orifice sizes No. 16, No. 18, No. 21 No. 24, No. 28, No. 32, No. 34. Spray angles: 65°, 80°, 95°, 110°, 125°, 140°, 160°, 180°. Available in bronze or stainless steel.

Company Name:	Tyco Fire Products
Company Address:	1467 Elmwood Ave, Cranston, Rhode Island 02910, USA
Company Website:	http://www.tyco-fire.com
New/Updated Product Listing:	No
Listing Country:	United States of America
Certification Type:	FM Approved

ANEXO N° 5: Certificado UL y FM de cámara de espuma



ONLINE CERTIFICATIONS DIRECTORY

GFUT.EX4441 Foam-discharge Outlets

[Page Bottom](#)

Foam-discharge Outlets

[See General Information for Foam-discharge Outlets](#)

CHEMGUARD

1 Stanton St
Marinette, WI 54143 USA

EX4441

Models FC-2.5, FC-3.0, FC-4.0, FC-6.0 with integral foam maker to aspirate air and discharge air foam solution.

Model	Inlet Pressure Range psi	Flow Range GPM	Orifice Diam Range In.
FC-2.5	40-100	58-177	0.697-0.937
FC-3.0	40-100	101-292	0.937-1.252
FC-4.0	40-100	180-642	1.255-1.848
FC-6.0	40-100	540-1090	1.836-2.400

Models CGFM1.5, CGFM2.5 foam makers to aspirate air and discharge air foam solution.

Model	Inlet Pressure Range psi	Flow Range GPM	Orifice Diam Range In.
CGFM1.5	150	83	0.524
CGFM2.5	50-150	115-202	0.829

Model Point and Shoot with integral foam maker to aspirate air and discharge air foam solution.

Model	Inlet Pressure Range psi	Flow Range GPM	Orifice Diam Range In.
Point and Shoot	40-100	175-275	N/A

Refer to the individual foam Listings for operating limitations with each foam concentrate and foam chamber or foam maker combination.

After determining the required foam solution delivery rate for an installation, the proper size chamber or foam maker is selected and its solution orifice size is calculated by the following formula:

$$d = (Q / 29.836 K P^{1/2})^{2/3} \text{ where:}$$

d=Orifice diameter in inches.

Q=Solution flow in GPM.

P=Pressure at orifice inlet in psi.

K=Model FC - coefficient: 0.61, Model CGFM-coefficient: 0.796.

Models CFC-90, CFC-170, CFC-330, CFC-550 with integral foam maker to aspirate air and discharge air foam solution.

Model	Inlet Pressure Range psi	Flow Range GPM	Orifice Diam Range In.
CFC-90	40-100	49-151	0.641-0.914
CFC-170	40-100	94-279	0.910-1.233
CFC-330	40-100	183-610	1.222-1.825
CFC-550	40-100	350-980	1.808-2.330

After determining the required foam solution delivery rate for an installation, the proper size chamber is selected and its solution orifice size is calculated by the following formula:

$$D = (Q/CP^{1/2})^{1/2}, \text{ where:}$$

Q = Flow, GPM

D = Orifice Diameter, In.

P = Chamber Inlet Pressure, PSI

C = "Constant" F or Each Chamber

1. *18.4" for CFC -90
2. *18.1" for CFC -170
3. *18.8" for CFC -330
4. *17.6" for CFC -550

Models CFLR-30 and CFLR-90 with integral foam makers to aspirate air and discharge air foam solution.

Model	Inlet Pressure Range psi	Flow Range GPM	Orifice Diam Range In.
CFLR-30	30-150	6.5-82.2	0.250-0.580
CFLR-90	30-150	31.0-199.6	0.550-0.930

After determining the required foam solution delivery rate for an installation, the proper size chamber is selected and its solution orifice size is calculated by the following formula:

$$D = C(Q/P^{1/2})^{1/2}, \text{ where:}$$

Q = Flow, GPM

D = Orifice Diameter, In.

P = Chamber Inlet Pressure, PSI

C = "Constant" F or Each Chamber

1. *0.228" for CFLR -30
2. *0.232" for CFLR -90

Models CGTF-18, CGTF-29, CGTF-39, CGTF-57 and CGTF-74 with integral foam maker to aspirate and discharge air foam solution.

The following are discharge rates for the device inlet pressures:

Model	Inlet Pressure Range psi	Flow Range GPM	Orifice Diam Range In.
CGTF-18	55-138	14-21	N/A
CGTF-29	60-135	21-32	N/A
CGTF-39	70-130	35-45	N/A
CGTF-57	50-123	38-60	N/A
CGTF-74	50-114	50-74	N/A

N/A - not applicable

Refer to the individual foam Listings for operating limitations with each foam concentrate and foam chamber combination.

Last Updated on 2016-04-25

[Questions?](#)

[Print this page](#)

[Terms of Use](#)

[Page Top](#)

© 2016 UL LLC

The appearance of a company's name or product in this database does not in itself assure that products so identified have been manufactured under UL's Follow-Up Service. Only those products bearing the UL Mark should be considered to be Certified and covered under UL's Follow-Up Service. Always look for the Mark on the product.

UL permits the reproduction of the material contained in the Online Certification Directory subject to the following conditions: 1. The Guide Information, Assemblies, Constructions, Designs, Systems, and/or Certifications (files) must be presented in their entirety and in a non-misleading manner, without any manipulation of the data (or drawings). 2. The statement "Reprinted from the Online Certifications Directory with permission from UL" must appear adjacent to the extracted material. In addition, the reprinted material must include a copyright notice in the following format: "© 2016 UL LLC".

Certificate of Compliance

Certificate Number EX4441
Report Reference 9-21-05
Issue Date 2009 March 25

Page 1 of 1



**Underwriters
Laboratories Inc.**

Issued to: **CHEMGUARD**
204 S. 6th Ave.
Mansfield, TX 76063

*This is to certify that
representative samples of*

Foam Discharge Outlets:

Models FC-2.5, -3.0, -4.0, -6.0 with integral foam maker to aspirate air and discharge air foam solution.

*Have been investigated by Underwriters Laboratories Inc.® in accordance
with the Standard(s) indicated on this Certificate.*


Standard(s) for Safety:

The basic standard used to investigate products in this category is UL 162
"Foam Equipment and Liquid Concentrates."

Additional Information:

Refer to the individual foam concentrate Listings for operating limitations
with each foam concentrate and foam chamber or foam maker combination.

Only those products bearing the UL Listing Mark should be considered as being
covered by UL's Listing and Follow-Up Service.

The UL Listing Mark generally includes the following elements: the symbol UL in a circle:
 with the word "LISTED"; a control number (may be alphanumeric) assigned by UL; and
the product category name (product identifier) as indicated in the appropriate UL Directory.

Look for the UL Listing Mark on the product

Issued by: *Matthew Tennemann*
Matthew Tennemann
Underwriters Laboratories Inc.

Reviewed by: *Monica Westphal*
Monica Westphal
Underwriters Laboratories Inc.



Certificate of Compliance

Foam Fire Extinguishing Systems

This certificate is issued for the following equipment:

Foam Chambers FC-2.50, FC-3.00, and FC-4.00

and

Foam Water Sprinklers for Low Expansion Foam Extinguishing Systems

with

Chemguard Ultraguard 3%ARC-AFFF Foam Concentrate

Manufactured by:

Chemguard
204 South 6th Avenue
Mansfield, Texas 76063
U.S.A.

FM Approvals confirms that the items have been found to comply with the following standard:

FM Approvals Standard 5130, April 2007

Project Identifier: 3030445 Date of Approval: 20 August 2009

Richard Durrie, Group Manager
FM Approvals – Hydraulics Group

Date 5/20/09



Standard Approved Manufacturer Logo

ANEXO N° 6: Catalogo de tuberías



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
										Grado A		Grado B	
Pulgadas In.	Milímetros mm.	(In.)	mm.	Pulgadas (In.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/pte	kg/m	psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	700	49
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	850	60	850	60
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	850	60	850	60
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	700	49
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	850	60	850	60
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	1300	91
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	1800	127	1900	134
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	1300	91
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	1800	127	1900	134
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	2300	162	2500	176
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	2500	176	2500	176
2-1/2	65	2.875	73	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	2500	176	2500	176
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	2500	176	2500	176
				0.375	9.52	-	160	-	-	2500	176	2500	176
				0.552	14.02	XXS	-	-	-	2500	176	2500	176
3	80	3.500	88.9	0.125	3.18	-	-	4.51	6.72	1290	91	1500	105
				0.156	3.96	-	-	5.57	8.29	1600	112	1870	131
				0.188	4.78	-	-	6.65	9.92	1930	136	2260	159
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	2500	176
				0.250	6.35	-	-	8.68	12.93	2500	176	2500	176
				0.281	7.14	-	-	9.66	14.40	2500	176	2500	176
0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	2500	176	2500	176				
4	100	4.500	114.3	0.125	3.18	-	-	5.84	8.71	1000	70	1170	82
				0.156	3.96	-	-	7.24	10.78	1250	88	1460	103
				0.188	4.78	-	-	8.66	12.91	1500	105	1750	123
				0.219	5.56	-	-	10.01	14.91	1750	123	2040	143
				0.237	6.02	STD	40	10.79	16.07	1900	134	2210	155
				0.250	6.35	-	-	11.35	16.90	2000	141	2330	164
				0.281	7.14	-	-	12.66	18.87	2250	158	2620	184
				0.312	7.92	-	-	13.98	20.78	2500	176	2800	197
				0.337	8.56	XS	80	14.98	22.32	2700	190	2800	197
				0.438	11.13	-	120	19.00	28.32	2800	197	2800	197
				0.531	13.49	-	160	22.51	33.54	2800	197	2800	197
0.674	17.12	XXS	-	27.54	41.03	2800	197	2800	197				
5	125	5.563	141.3	0.188	4.78	-	-	10.79	16.09	1220	86	1420	100
				0.219	5.56	-	-	12.50	18.61	1420	100	1650	116
				0.258	6.55	STD	40	14.62	21.77	1670	117	1950	137
				0.281	7.14	-	-	15.85	23.62	1820	128	2120	149
				0.312	7.92	-	-	17.50	26.05	2020	142	2360	166
				0.344	8.74	-	-	19.17	28.57	2230	157	2600	183
0.375	9.52	XS	80	20.78	30.94	2430	171	2800	197				
6	150	6.625	168.3	0.188	4.78	-	-	12.92	19.27	1020	72	1190	84
				0.219	5.56	-	-	14.98	22.31	1190	84	1390	98
				0.250	6.35	-	-	17.02	25.36	1360	96	1580	111
				0.280	7.11	STD	40	18.97	28.26	1520	107	1780	125
				0.312	7.92	-	-	21.04	31.32	1700	120	1980	139
				0.344	8.74	-	-	23.08	34.39	1870	131	2180	153
				0.375	9.52	-	-	25.02	37.28	2040	143	2380	167
				0.432	10.97	XS	80	28.57	42.56	2350	165	2740	193
				0.562	14.27	-	120	36.39	54.20	2800	197	2800	197
				0.719	18.26	-	160	45.35	67.56	2800	197	2800	197
				0.864	21.95	XXS	-	53.16	79.22	2800	197	2800	197



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA				
Pulgadas in.	Milímetros mm.	(in.)	mm.	Pulgadas (in.)	Milímetros (mm.)	Weight Class	Schedule	lb/ft	kg/m	Grado A		Grado B		
										psi	Kg/cm ²	psi	Kg/cm ²	
8	200	8.625	219,1	0.188	4.78	-	-	16.94	25.26	780	55	920	65	
				0.203	5.16	-	-	18.26	27.22	850	60	1000	70	
				0.219	5.56	-	-	19.66	29.28	910	64	1070	75	
				0.250	6.35	-	20	22.36	33.31	1040	73	1220	86	
				0.277	7.04	-	30	24.70	36.81	1160	82	1350	95	
				0.312	7.92	-	-	27.70	41.24	1300	91	1520	107	
				0.322	8.18	-	STD	40	28.55	42.55	1340	94	1570	110
				0.344	8.74	-	-	30.42	45.34	1440	101	1680	118	
				0.375	9.52	-	-	33.04	49.20	1570	110	1830	129	
				0.406	10.31	-	-	35.64	53.08	1700	120	2000	141	
				0.438	11.13	-	-	38.30	57.08	1830	129	2130	150	
				0.500	12.70	-	XS	80	43.39	64.64	2090	147	2430	171
				0.594	15.09	-	-	100	50.95	75.92	2500	176	2800	197
				0.719	18.26	-	-	120	60.71	90.44	2800	197	2800	197
				0.812	20.62	-	-	140	67.76	100.92	2800	197	2800	197
				0.875	22.22	-	XXS	-	72.42	107.88	2800	197	2800	197
0.906	23.01	-	-	160	74.69	111.27	2800	197	2800	197				
10	250	10.750	273,0	0.188	4.78	-	-	21.21	31.62	630	44	730	51	
				0.203	5.16	-	-	22.87	34.08	680	48	800	56	
				0.219	5.56	-	-	24.63	36.67	730	51	860	60	
				0.250	6.35	-	20	28.04	41.75	840	59	980	69	
				0.279	7.09	-	-	31.20	46.49	930	65	1090	77	
				0.307	7.80	-	30	34.24	51.01	1030	72	1200	84	
				0.344	8.74	-	-	38.23	56.96	1150	81	1340	94	
				0.365	9.27	-	STD	40	40.48	60.29	1220	86	1430	101
				0.438	11.13	-	-	48.19	71.87	1470	103	1710	120	
				0.500	12.70	-	XS	60	54.71	81.52	1670	117	1950	137
				0.594	15.09	-	-	80	64.43	95.97	1990	140	2320	163
				0.719	18.26	-	-	100	77.03	114.70	2410	169	2800	197
				0.844	21.44	-	-	120	89.29	133.00	2800	197	2800	197
				1.000	25.40	-	XXS	140	104.13	155.09	2800	197	2800	197
				1.125	28.57	-	-	160	115.65	172.21	2800	197	2800	197
				12	300	12.750	323,8	0.203	5.16	-	-	27.20	40.55	570
0.219	5.56	-	-					29.31	43.63	620	44	720	51	
0.250	6.35	-	20					33.38	49.71	710	50	820	58	
0.281	7.14	-	-					37.42	55.75	790	56	930	65	
0.312	7.92	-	-					41.45	61.69	880	62	1030	72	
0.330	8.38	-	30					43.77	65.18	930	65	1090	77	
0.344	8.74	-	-					45.58	67.90	970	68	1130	79	
0.375	9.52	-	STD					40	49.52	73.78	1060	75	1240	87
0.406	10.31	-	-					53.52	79.70	1150	81	1340	94	
0.438	11.13	-	-					57.59	85.82	1240	87	1440	101	
0.500	12.70	-	XS					-	65.42	97.43	1410	99	1650	116
0.562	14.27	-	-					60	73.15	108.92	1590	112	1850	130
0.688	17.28	-	-					80	88.63	132.04	1940	136	2270	160
0.844	21.44	-	-					100	107.32	159.86	2390	168	2780	195
1.000	25.40	-	XXS					120	125.49	186.91	2800	197	2800	197
1.125	28.57	-	-					140	139.68	208.00	2800	197	2800	197
1.312	33.32	-	-	160	160.27	238.68	2800	197	2800	197				



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Diámetro Nominal NPS		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA			
Pulgadas	Milímetros	(In.)	mm.	Pulgadas	Milímetros	Weight Class	Schedule	lb/pte	kg/m	Grado A		Grado B	
In.	mm.			(In.)	(mm.)					psi	Kg/cm2	psi	Kg/cm2
14	350	14.000	355,6	0.250	6.35	-	10	36.71	54.69	640	45	750	53
				0.281	7.14	-	-	41.17	61.35	720	51	840	59
				0.312	7.92	-	20	45.61	67.90	800	56	940	66
				0.344	8.74	-	-	50.17	74.76	880	62	1030	72
				0.375	9.52	STD	30	54.57	81.25	960	67	1120	79
				0.438	11.13	-	40	63.44	94.55	1130	79	1310	92
				0.469	11.91	-	-	67.78	100.94	1210	85	1410	99
				0.500	12.70	XS	-	72.09	107.39	1290	91	1500	105
				16	400	16.000	406,4	0.250	6.35	-	10	42.05	62.64
0.281	7.14	-	-					47.17	70.30	630	44	740	52
0.312	7.92	-	20					52.27	77.83	700	49	820	58
0.344	8.74	-	-					57.52	85.71	770	54	900	63
0.375	9.52	STD	30					62.58	93.17	840	59	980	69
0.438	11.13	-	-					72.80	108.49	990	70	1150	81
0.469	11.91	-	-					77.79	115.86	1060	75	1230	86
0.500	12.70	XS	40					82.77	123.30	1120	79	1310	92
18	450	18.000	457,2					0.250	6.35	-	10	47.39	70.60
				0.281	7.14	-	-	53.18	79.24	560	39	660	46
				0.312	7.92	-	20	58.94	87.75	620	44	730	51
				0.344	8.74	-	-	64.87	96.66	690	49	800	56
				0.375	9.52	STD	-	70.59	105.10	750	53	880	62
				0.406	10.31	-	-	76.29	113.62	810	57	950	67
				0.438	11.13	-	30	82.15	122.43	880	62	1020	72
				0.469	11.91	-	-	87.81	130.78	940	66	1090	77
				0.500	12.70	XS	-	93.45	139.20	1000	70	1170	82
20	500	20.000	508,0	0.250	6.35	-	10	52.73	78.55	450	32	520	37
				0.281	7.14	-	-	59.18	88.19	510	36	590	41
				0.312	7.92	-	-	65.60	97.67	560	39	660	46
				0.344	8.74	-	-	72.21	107.60	620	44	720	51
				0.375	9.52	STD	20	78.60	117.02	680	48	790	56
				0.406	10.31	-	-	84.96	126.53	730	51	850	60
				0.438	11.13	-	-	91.51	136.37	790	56	920	65
				0.469	11.91	-	-	97.83	145.70	850	60	950	67
				0.500	12.70	XS	30	104.13	155.12	900	63	1050	74
24	600	24.000	609,6	0.250	6.35	-	10	63.41	94.46	380	27	440	31
				0.281	7.14	-	-	71.18	106.08	420	30	490	34
				0.312	7.92	-	-	78.93	117.51	470	33	550	39
				0.344	8.74	-	-	86.91	129.50	520	37	600	42
				0.375	9.52	STD	20	94.62	140.88	560	39	660	46
				0.406	10.31	-	-	102.31	152.37	610	43	710	50
				0.438	11.13	-	-	110.22	164.26	660	46	770	54
				0.469	11.91	-	-	117.86	175.54	700	49	820	58
				0.500	12.70	XS	-	125.49	186.94	750	53	880	62
0.562	14.27	-	30	140.68	209.50	840	59	980	69				

Tolerancias dimensionales:

Espesor: ±12,5% de espesor nominal en cualquier punto del tubo.

Peso: ±10% del paquete de tubos con diámetro menor o igual a 4" (114,3mm) o tubos individuales con diámetro nominal mayor a 4" (114,3mm)

Diámetro externo: Para diámetro menores o iguales a 1-1/2" (48,3mm) +0,016 pulg (+0,40mm)

Para diámetro mayores o iguales a 2" (60,3mm): ± 1%



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Normas de Fabricación ASTM A53

Los tubos para conducción de fluidos tales como agua, vapor, gas y aire a altas presiones, son fabricados bajo la norma **ASTM A 53**. Estos tubos son aptos para operaciones que involucran doblado, rebordeado y cualquier otra formación en frío.

Para validar las exigencias de las normas de fabricación el fabricante realiza ensayos y verificación en los tubos procesados en sus instalaciones. En el caso de conducción de fluidos se realizan ensayos dependiendo de la designación comercial del tubo.

Para Designaciones Comerciales Mayores a 50 DNH (1) (2 *NPS*(2)): ensayo de aplastamiento, ensayo de tracción para determinar propiedades mecánicas, análisis químico, ensayo de ultrasonido al cordón de soldadura, verificación dimensional del tubo, ensayo gravimétrico, ensayo metalográfico, prueba hidrostática, ensayo no destructivo e Inspección visual.

Para Designaciones Comerciales Menores o Iguales a 50 DN (2 *NPS*): ensayo de expansión, ensayo de doblado, ensayo de tracción para determinar propiedades mecánicas, análisis químico, verificación dimensional del tubo, prueba hidrostática, ensayo gravimétrico, ensayo metalográfico, ensayo no destructivo e Inspección visual.

Condiciones de Extremos

Biselados o Refrentados.

Roscados (según norma ANSI B1.20.1).

Acabados

Negro (acabado de laminación o con protección de aceite inhibidor de la oxidación).

Galvanizado (recubiertos de Zinc).

Barnizado (película protectora para conservación de los tubos en traslados bajo condiciones especiales o por requerimientos del cliente).

El galvanizado del tubo en su superficie interna y externa se realiza a través de un proceso de Inmersión en caliente ("Hot-Dip")

(1) DN: Designación comercial del producto en milímetros.

(2) *NPS*: Designación comercial del producto en pulgadas.



TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106

www.vemacero.com

Propiedades Mecánicas

Norma de Fabricación	Grado del Acero	Limite de Fluencia		Resistencia a la Tracción			
				Mínimo		Máximo	
		Mpa	psi	Mpa	psi	Mpa	psi
ASTM A53 Tipo E (ERW)	A	205	30,000	330	48,000	--	--
	B	240	35,000	415	60,000	--	--

Requerimientos Químicos

Norma de Fabricación	Grado del Acero	Porcentaje Máximo de los Elementos			
		C	Mn	P	S
		Carbono	Manganeso	Fósforo	Azufre
ASTM A53 Tipo E (ERW)	A	0,25	0,95	0,05	0,045
	B	0,30	1,20	0,05	0,045



**TUBERIA DE ACERO AL CARBONO
API 5L / ASTM A53 / A106**

www.vemacero.com

Normas de Fabricación API 5L

Normas de Fabricación

Los tubos de línea se fabrican de acuerdo a la norma API 5L, 43ª edición, sin embargo, a solicitud del cliente y previo acuerdo con **Industrias Unicon, C.A.**, se pueden satisfacer requerimientos especiales y/o adicionales, así como normas específicas del cliente.

Nivel de Especificación de Producto

La norma API 5L establece dos niveles de especificación de producto, PSL 1 y PSL 2 (Product Specification Level, PSL por sus siglas en inglés). Estas dos designaciones definen diferentes niveles de requerimientos de especificaciones técnicas.

Requerimientos Químicos por Colada y Análisis de Producto en Porcentaje en Peso

PSL 1						
Grado	C Carbono % Máximo ^a	Mn Manganeso % Máximo ^a	P Fósforo % Máximo	S Azufre % Máximo	Ti Titanio % Máximo	Otros % Máximo
B	0,26	1,20	0,030	0,030	0,04	b, c, d
X42	0,26	1,40	0,030	0,030	0,04	c, d
X52	0,26	1,40	0,030	0,030	0,04	c, d
X60 ^f	0,26	1,40	0,030	0,030	0,04	c, d

PSL 2						
Grado	C Carbono % Máximo ^a	Mn Manganeso % Máximo ^a	P Fósforo % Máximo	S Azufre % Máximo	Ti Titanio % Máximo	Otros % Máximo
B	0,22	1,20	0,025	0,015	0,04	d, e
X42	0,22	1,30	0,025	0,015	0,04	c, d
X52	0,22	1,40	0,025	0,015	0,04	c, d
X60 ^f	0,22	1,40	0,025	0,015	0,04	c, d

Notas:

- a) Por cada reducción de 0,01% por debajo del máximo contenido de carbono especificado, se permite un incremento de 0,05% por encima del contenido máximo de Mn especificado, hasta un máximo de 1,50% para los grados X42 a X52 y hasta un máximo de 1,65% para el grado X60.
- b) La suma de Columbion (Niobio) y Vanadio no debe exceder de 0,03% excepto que, por acuerdo entre el fabricante y el comprador, se establezca una alternativa máxima.
- c) A juicio de **Industrias Unicon, C.A.**, se pueden utilizar Columbion (Niobio), Vanadio o una combinación de éstos.
- d) La suma de Columbion (Niobio), Vanadio y Titanio no debe exceder de 0,15%.
- e) La suma de Columbion (Niobio) y Vanadio no debe exceder de 0,06% excepto que, por acuerdo entre el fabricante y el comprador, se establezca una alternativa máxima.
- f) Otras composiciones químicas pueden ser suministradas previo acuerdo entre la acería e **Industrias Unicon, C.A.**

Fuente: API 5L, 43a edición, y catálogo Industrias Unicon, C.A. Petróleo v1.0

ANEXO N° 7: Protocolo de prueba de aspersores y solución de espuma



FTS-IN-024-17 REV 01

Informe de servicio

**Protocolos de prueba en el sistema contra
incendio**

**PETROPERÚ
REFINERIA CONCHAN - LURÍN**

FIRETEST
Setiembre 2017

FIRE TEST S.A.C
Av. Ernesto Diez Canseco N° 333, Int. D, Miraflores, Lima 18 – Perú
Teléfono 511 250 8888
www.firetestperu.com



Informe de servicios

Para : Masa Imesur.
Atención : Ing. Jesús Lozano
De : Fire Test S.A.C.
Asunto : Informe protocolos de prueba en el sistema contra incendio.

1 DATOS GENERALES

1	Empresa Contratista	Fire Test S.A.C.
2	Empresa Cliente	Control y montajes industriales Masa - Imesur
3	Dirección	Antigua Panamericana – Lurín
4	Representante del Cliente	Ing. Jesús Lozano
5	Servicio	Protocolos de prueba en el sistema contra incendio.
6	Fecha de trabajo	13-09-2017 y 14-09-2017
7	Orden de compra	150

2 ANTECEDENTES

La NFPA 25 "Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos de Protección Contra Incendios" y la NFPA 11 "Norma para espumas de baja, media y alta expansión" son estándares desarrollados para conseguir la confiabilidad de sus equipos de protección contra incendio, estableciendo los procedimientos, parámetros y la frecuencia con el que se deben realizar. Basados en estos conceptos Petroperú tras la instalación nueva de su sistema contra incendio el cual protege dos tanques (TK-68 y TK-69) nuevos de almacenamiento de combustible realiza las pruebas pertinentes.

3 OBJETIVOS

El protocolo de pruebas en el sistema contra incendio (anillo de enfriamiento, cámaras de espuma, proporcionador de espuma e hidrantes) tiene por objeto saber, si finalizada su instalación cumplen con los estándares establecidos por norma y el criterio de diseño.



4 SEGURIDAD Y PREVENCIÓN

- a) Establecer fecha, hora y tiempo de duración del servicio.
- b) Solicitud de permisos de trabajo previo al inicio de las labores.
- c) Desarrollo de análisis de riesgo por parte del responsable del servicio a fin de identificar los peligros existentes en el área de trabajo.
- d) Comunicar a las áreas involucradas para de esta manera no causar pánico durante el desarrollo de las pruebas y activación del sistema.

5 Recursos

> Herramientas y Equipos utilizados.

- FTK 25 para medición de flujo.
- Tubo Pitot para para medición de flujo.
- Manómetros calibrados.
- Conductivimetro calibrado.

> CONSUMIBLES

- Teflón.
- Trapo absorbente.

> LISTA DE EPP'S

- Casco de seguridad.
- Lentes de seguridad.
- Barbiquejo.
- Guantes de cuero.
- Tapones auditivos.
- Camisa manga larga.
- Chaleco reflector.
- Pantalón.
- Zapatos punta de acero.

> Equipos calibrados y código de calibración respectivos.

Conductivimetro	
Marca	Omega
Modelo	CDH-222
N° de serie	AI.11438
N° Cert. de calibración	LMQ-024-2017 INACAL
Fecha de calibración	07/06/2017

FIRE TEST S.A.C

Av. Ernesto Diez Canseco N° 333, Int. D, Miraflores, Lima 18 – Perú
Teléfono 511 250 8888
www.firetestperu.com



Manómetro MFP-14095	
Marca	Akron
Cód. De identificación	MFP-14095
N° Cert. de calibración	P-1120-2017 METROIL
Fecha de calibración	24/04/2017

Manómetro MFP-14097	
Marca	Dynamic
Cód. De identificación	MFP-14097
N° Cert. de calibración	P-1122-2017 METROIL
Fecha de calibración	24/04/2017

Manómetro MFP-14100	
Marca	Dynamic
Cód. De identificación	MFP-14100
N° Cert. de calibración	P-1124-2017 METROIL
Fecha de calibración	24/04/2017

Manómetro 2277	
Marca	Wika
Cód. De identificación	MAN-047
N° Cert. de calibración	P-2545-2017
Fecha de calibración	27/08/2017



6 SERVICIO REALIZADO.

- Protocolos de pruebas en aspersores de anillo de enfriamiento.
- Pruebas de presión y caudal en monitores contra incendio.
- Pruebas de proporcionamiento de espuma contra incendio.

7 PROCEDIMIENTOS USADOS.

- FTS-TR-017-Rev.00 (Procedimiento de prueba de operación de aspersores)
- FTS-TR-006-Rev.00 (Procedimiento de medición de porcentaje de espuma)

8 PASOS DEL SERVICIO.

8.1 Protocolos de pruebas de aspersores de anillo de enfriamiento y monitores.

- 1) Instalación de manómetros calibrados en el anillo de enfriamiento de tanque de almacenamiento de combustible.
- 2) Instalación de boquillas de descarga para medición de caudal en monitores.
- 3) Instalación de manómetro calibrado para registrar presión de descarga en monitores.
- 4) Activación del sistema de diluvio para derivación de agua hacia los aspersores.
- 5) Apertura de válvula de dos monitores contra incendio.
- 6) Medición de flujo de agua de descarga en monitores.
- 7) Medición de presión en aspersores del anillo de enfriamiento.

8.2 Pruebas de proporcionamiento de espuma contra incendio.

- 1) Toma de muestras patrón.
- 2) Abrir válvula de suministro del tanque de almacenamiento de concentrado.
- 3) Extraer concentrado de espuma y recepcionar en recipiente de plástico limpio de 100 ml.
- 4) Extraer agua de la red del sistema contra incendio con una jarra limpia de 1 Lt.

Patrón de mezcla al 2%

- 1) Suministrar agua de la red a una probeta milimetrada la cantidad de 98 ml.
- 2) Suministrar 2 ml de concentrado de espuma a los 98 ml de agua.
- 3) Mezclar el concentrado de espuma con el agua.
- 4) Medir valores de refracción.
- 5) Tomar datos.



FIRE TEST S.A.C

Av. Ernesto Diez Canseco N° 333, Int. D, Miraflores, Lima 18 – Perú
Teléfono 511 250 8888
www.firetestperu.com

Patrón de mezcla al 3%

- 1) Suministrar agua de la red a una probeta milimetrada la cantidad de 97 ml.
- 2) Suministrar 3 ml de concentrado de espuma a los 97 ml de agua.
- 3) Mezclar el concentrado de espuma con el agua.
- 4) Medir valores de refracción.
- 5) Tomar datos.



Patrón de mezcla al 4%

- 1) Suministrar agua de la red a una probeta milimetrada la cantidad de 96 ml.
- 2) Suministrar 4 ml de concentrado de espuma a los 96 ml de agua.
- 3) Mezclar el concentrado de espuma con el agua.
- 4) Medir valores de refracción.
- 5) Tomar datos.



8.3 Medición de porcentaje de proporcionamiento de espuma en campo.

- 1) Arrancar bomba contra incendio.
- 2) Realizar una limpieza con agua (Flushing) por toda la línea de espuma por un lapso de 2 minutos con el fin de eliminar residuos de óxido que pudieran encontrarse dentro de la tubería.
- 3) Abrir válvula de suministro de concentrado hacia el proporcionador en el tanque bladder.
- 4) Abrir válvula de suministro de agua la cual sirve como fuente de energía para impulsar el concentrado de espuma a través del bladder.
- 5) Abrir válvula que deriva la solución de espuma hacia las cámaras de espuma.



- 6) Activar el sistema de diluvio en el sistema de espuma.
- 7) Verificar la descarga de espuma por las cámaras y captar muestra en un recipiente.
- 8) Cerrar la válvula de ingreso de espuma al sistema.
- 9) Dejar en funcionamiento la bomba de agua hasta ver que la línea donde se expulsó espuma libere solamente agua.
- 10) Cerrar válvula de diluvio.
- 11) Apagar bomba contra incendio.
- 12) Medir valores de proporción.
- 13) Comparar porcentaje al 3 % de mezcla de espuma tomada en campo con el del patrón de mezcla al 3 %, esta debe encontrarse en un rango de entre 3% y 3.9%.

9 Datos obtenidos en las pruebas.

9.1 Prueba de presión en aspersores del anillo de enfriamiento

Semi Torroide TK-68	Presión de descarga
	60 PSI



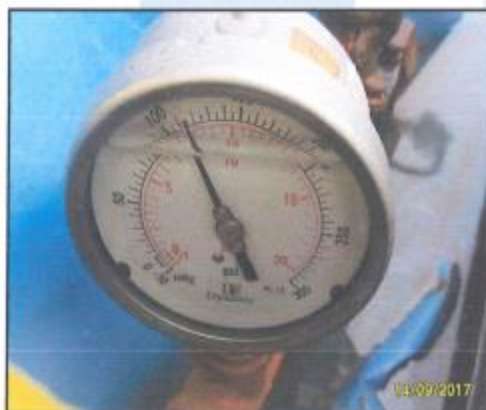
9.2 Prueba de presión y caudal en monitores.

Monitor	Presión de descarga	Caudal arrojado	
Monitor MH-007	110 PSI	986 GPM	Total caudal arrojado: 1972
Monitor MH-008		986 GPM	



9.3 Prueba de presión en cámaras de espumas.

TK-68	Presión de descarga
	115 PSI



9.4 Resultados de medición de porcentaje de espuma.

MEZCLA PATRON		
MEDICIÓN	%	VALOR DE CONDUCTIVIDAD (mS)
Control 1	2	3.35
Control 2	3	3.43
Control 3	4	3.51

PROPORCIONAMIENTO DE ESPUMA EN CAMPO TK-68				
Medición	Porcentaje medido	Valor medido	Mezcla patrón al 3%	Conclusión
Intento 1	3.1%	3.44 mS	3.43 mS Valor nominal	El resultado obtenido en el primer intento es de 3.44 el cual equivale a 3.1 %, por lo tanto es una mezcla de proporciones adecuadas que cumple con los parámetros aceptables por NFPA 11.

NOTA:

La prueba de porcentaje de espuma es un protocolo que sirve para determinar la condición en que se encuentra el sistema proporcionador de espuma, por lo tanto esta prueba no evalúa la calidad del concentrado de espuma, para ello debe enviarse una muestra para análisis en fábrica.



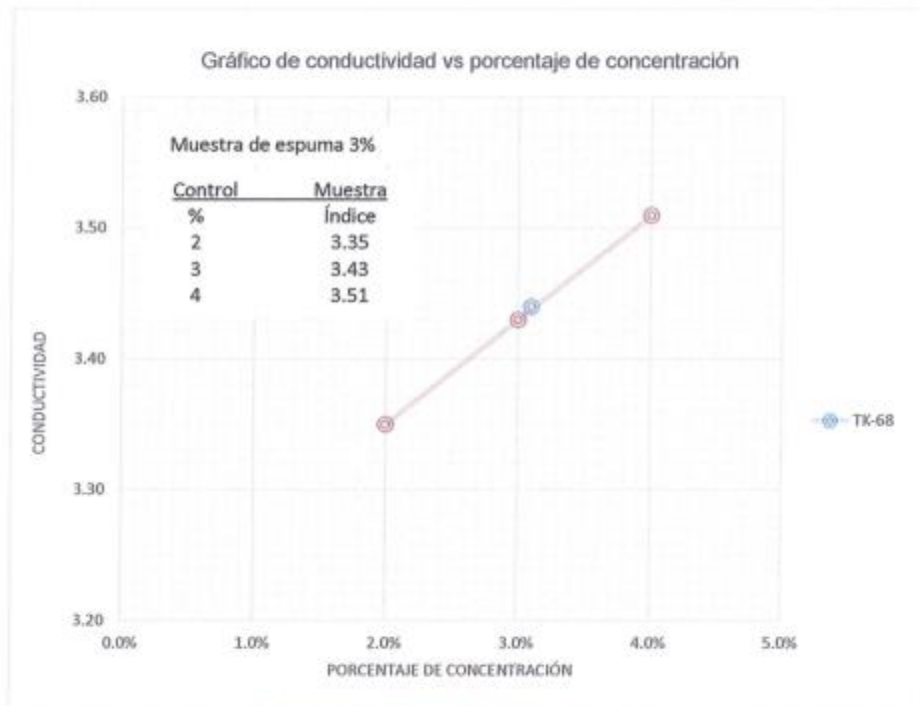
FIRE TEST S.A.C

Av. Ernesto Diez Canseco N° 333, Int. D, Miraflores, Lima 18 – Perú

Teléfono 511 250 8888

www.firetestperu.com

9.5 Gráfico de conductividad vs porcentaje de concentración



FIRE TEST S.A.C

Av. Ernesto Diez Canseco N° 333, Int. D, Miraflores, Lima 18 – Perú
Teléfono 511 250 8888
www.firetestperu.com



10. Conclusiones.

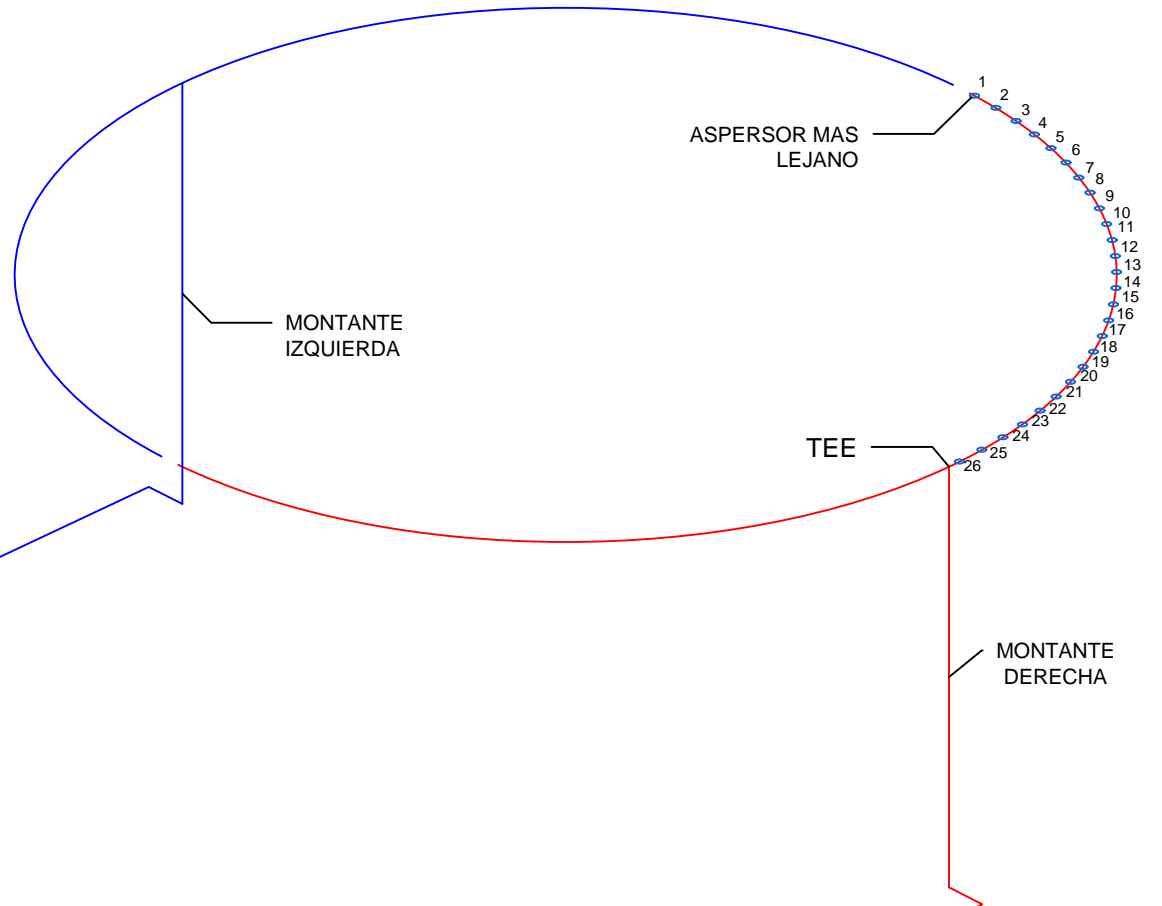
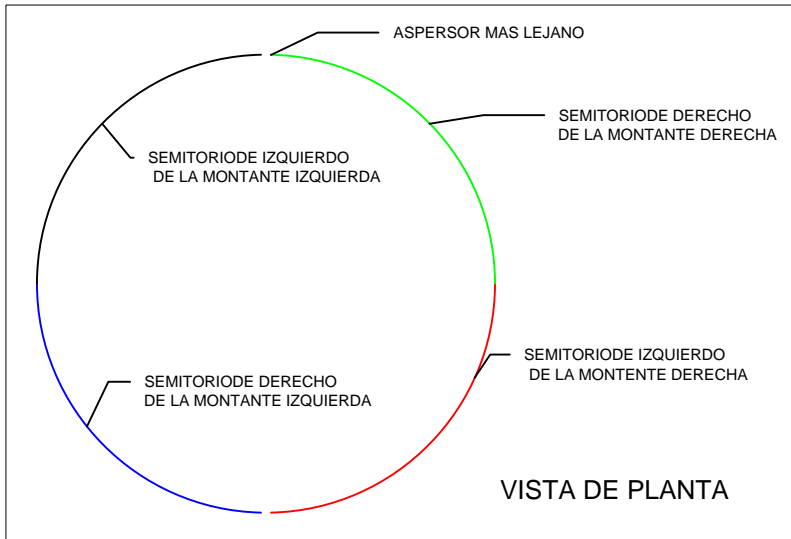
Tras el protocolo de pruebas realizados en el sistema contra incendios que protegen a los tanques de almacenamiento (TK-68 y TK-69) se puede concluir que estas se desarrollaron con éxito dado que cumplen con las normas establecidas.

Johan Cruz C.
Supervisor de servicios
Fire Test S.A.C.



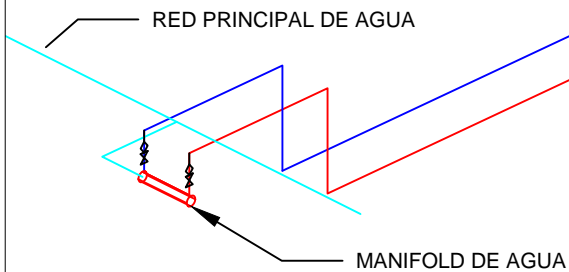
PLANOS:

- PLANO SCI-CMI-PL-001: Recorrido de tuberías de sistema de enfriamiento.
- PLANO SCI-CMI-PL-002: Recorrido de tuberías de sistema de espuma.
- PLANO SCI-CMI-PL-003: Plano de distribución de aspersores y cámara de espuma.
- PLANO SCI-CMI-PL-004: Plano de detalle de manifold.

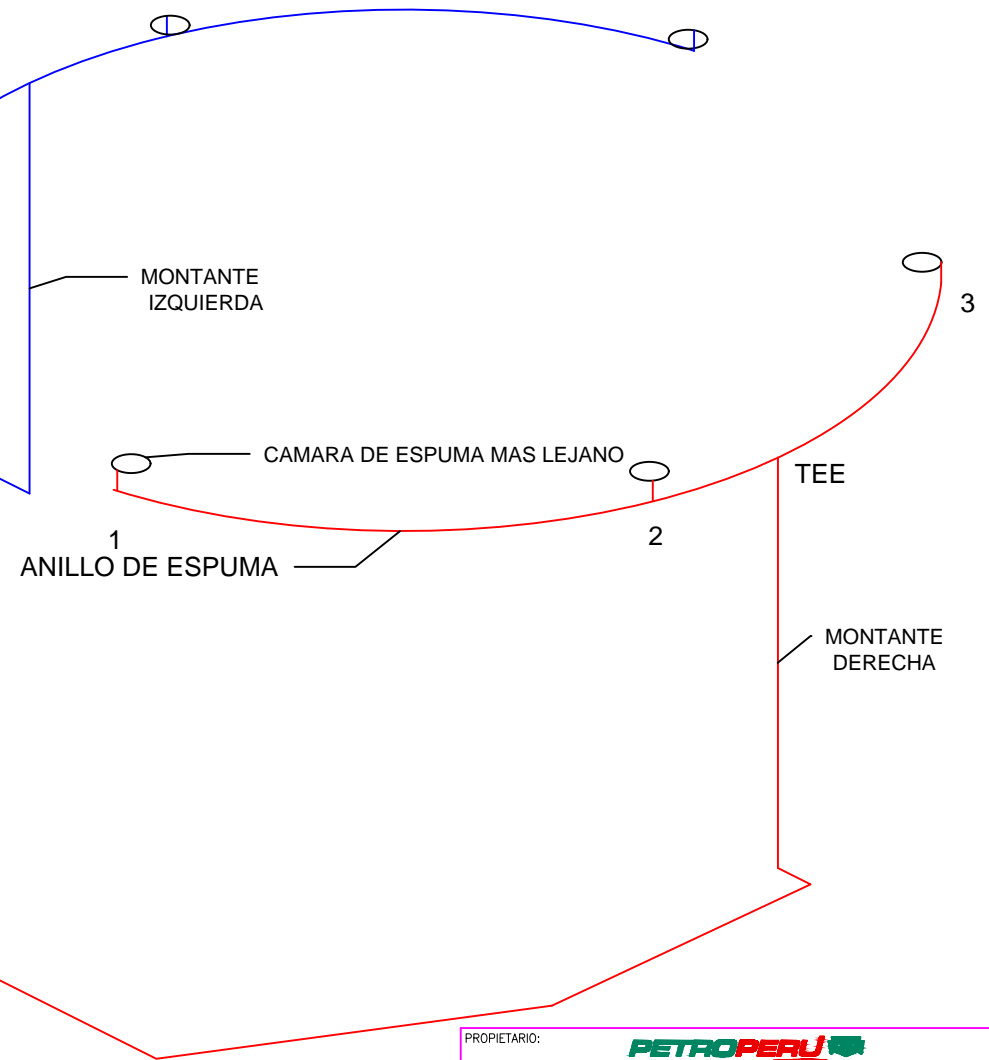


NOTA:

1. CADA MONTANTE CONECTA AL ANILLO DE ENFRIAMIENTO O TOROIDE.
2. CADA ANILLO DE ENFRIAMIENTO O TOROIDE DISTRIBUYE A CADA SEMITORIO DE DERECHO Y IZQUIERDO RESPECTIVAMENTE.
3. CADA SEMITORIO TIENE 26 ASPERSORES
4. EL ASPERSOR MAS LEJANO CORRESPONDE AL SEMITORIO DE DERECHO DE LA MONTANTE DERECHA.
5. EL MANIFOLD DISTRIBUYE EL AGUA A CADA MONTANTE.
6. CADA LINEA DE MONTANTE TIENE UNA VALVULA COMPUERTA Y DE DILUVIO.

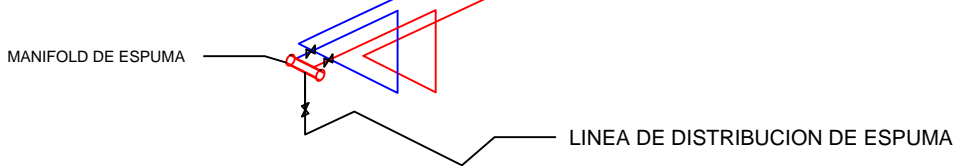


PROPIETARIO:			
PETROPERU REFINERÍA CONCHAN			
PROYECTO:			
HABILITACIÓN Y MONTAJE DE DOS (02) TANQUES DE 160 MB CADA UNO PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN REFINERÍA CONCHAN			
TITULO:			
RECORRIDO DE SISTEMA DE ENFRIAMIENTO			
CATEGORIA:	DISEÑADO:	REVISADO:	
MECÁNICO	H.V.L	L.H.A	
ÁREA:	DIBUJADO:	APROBADO:	
INGENIERÍA	E.M.A	PETROPERÚ	
FECHA:	LÁMINA:	FORMATO:	ESCALA: REVISIÓN:
FEBRERO-2017	1/1	A4	- 0
DIRECCION :		N° DE PLANO PROYECTISTA:	
ANTIGUA PANAMERICANA SUR KM 26.5		SCI-CMI-PL-001	

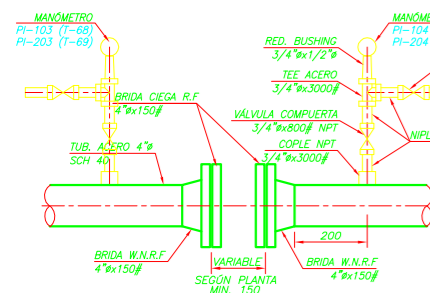
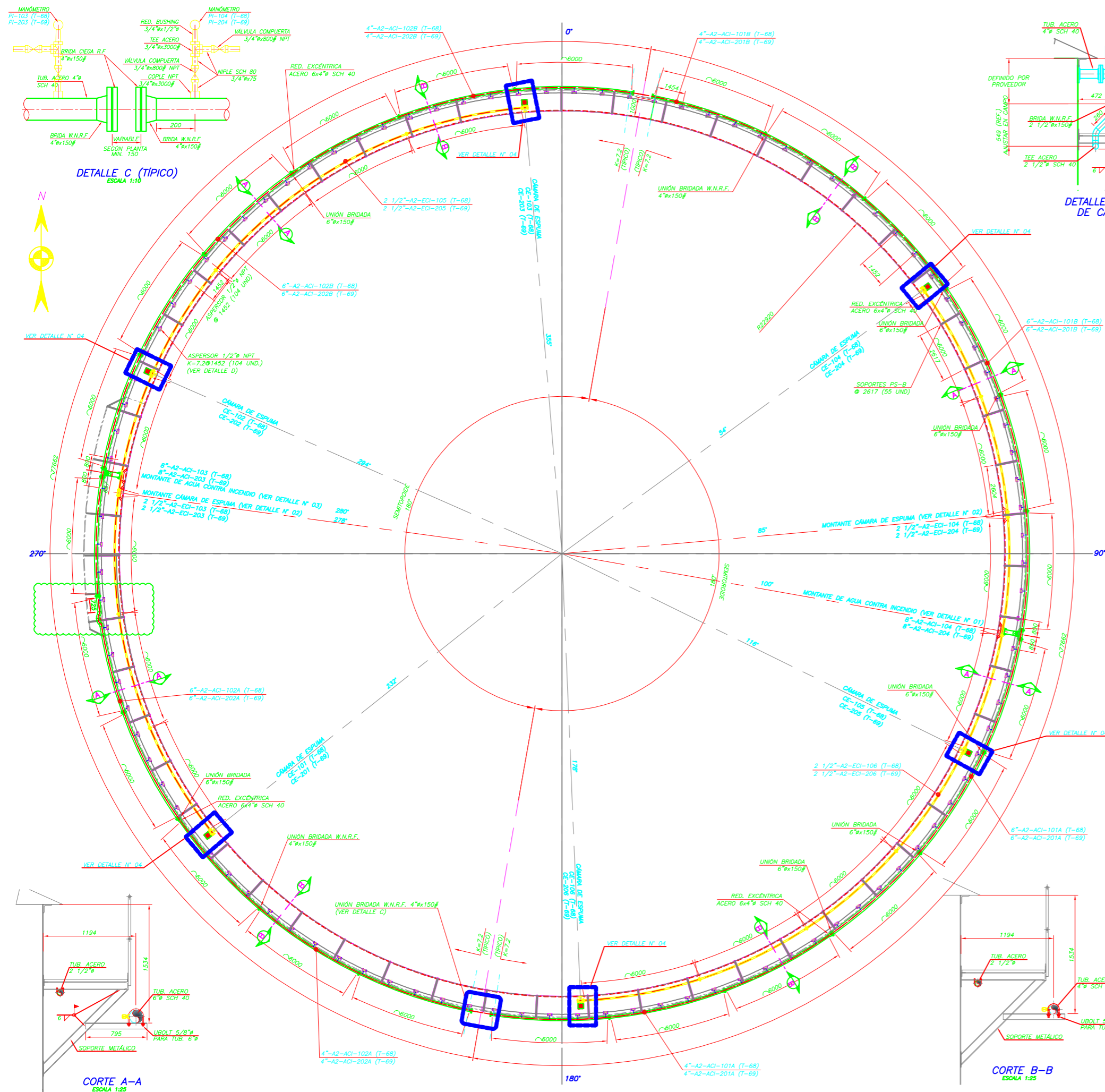


NOTA:

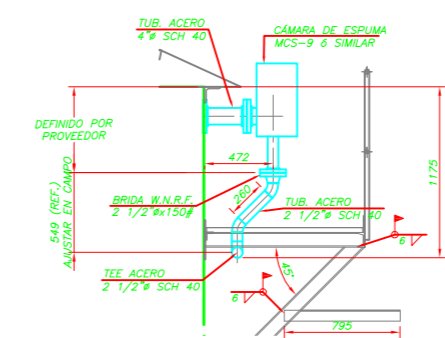
1. CADA MONTANTE CONECTA AL ANILLO DE ESPUMA O TOROIDE.
2. CADA ANILLO DE ESPUMA O TOROIDE DISTRIBUYEA CADA SEMITORIO DE DERECHO Y IZQUIERDO RESPECTIVAMENTE.
3. CADA TOROIDE O ANILLO DE ESPUMA TIENE 3 CAMARA DE ESPUMA.
4. LA CAMARA DE ESPUMA MAS LEJANO MAS LEJANO CORRESPONDE AL SEMITORIO DE IZQUIERDO DE LA MONTANTE DERECHA.
5. EL MANIFOLD DISTRIBUYE ESPUMA A CADA MONTANTE.
6. CADA LINEA DE MONTANTE TIENE UNA VALVULA COMPUERTA.



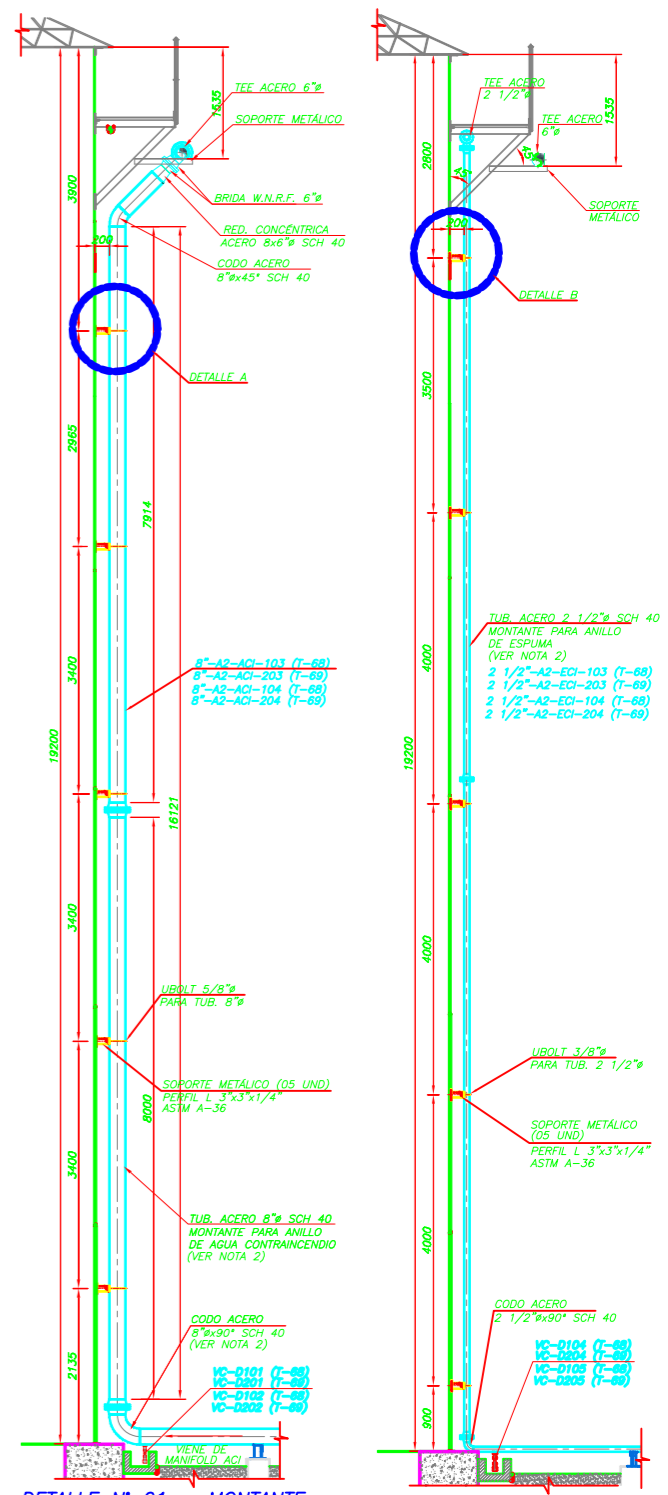
PROPIETARIO:				
PETROPERU REFINERÍA CONCHAN				
PROYECTO:				
HABILITACIÓN Y MONTAJE DE DOS (02) TANQUES DE 160 MB CADA UNO PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN REFINERÍA CONCHAN				
TITULO:				
RECORRIDO DE SISTEMA DE ESPUMA				
CATEGORÍA:	MECÁNICO	DISEÑADO:	H.V.L	REVISADO:
				L.H.A
ÁREA:	INGENIERÍA	DIBUJADO:	E.M.A	APROBADO:
				PETROPERÚ
FECHA:	FEBRERO - 2017	LÁMINA:	1/1	FORMATO:
				A4
				ESCALA:
				-
				REVISIÓN:
				0
DIRECCION :		N° DE PLANO PROYECTISTA:		
ANTIGUA PANAMERICANA SUR KM 26.5		SCI-CMI-PL-002		



DETALLE C (TÍPICO)
ESCALA 1:10

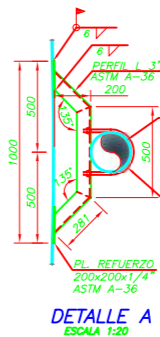


DETALLE N° 04 - CONEXIÓN DE CAMARA DE ESPUMA
ESCALA 1:25

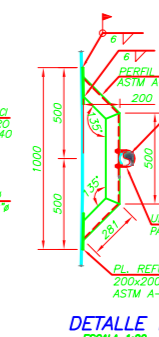


DETALLE N° 01 - MONTANTE PARA ANILLO DE AGUA ENFRIAMIENTO
ESCALA 1:50

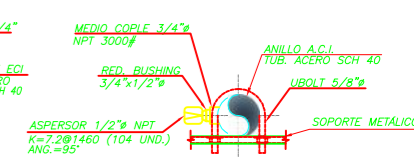
DETALLE N° 02 - MONTANTE DE ESPUMA CONTRAINCENDIO
ESCALA 1:50



DETALLE A
ESCALA 1:20



DETALLE B
ESCALA 1:20



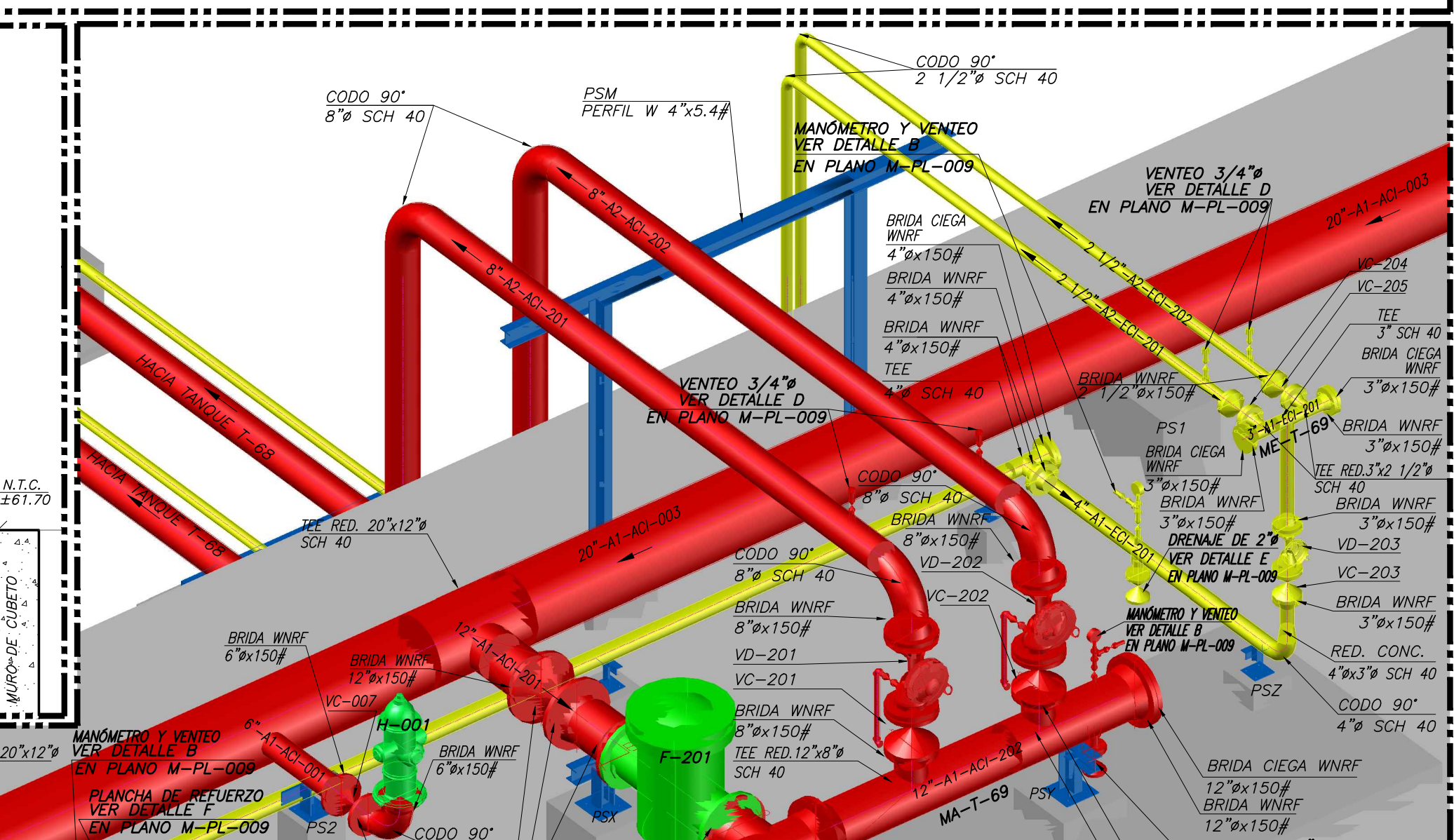
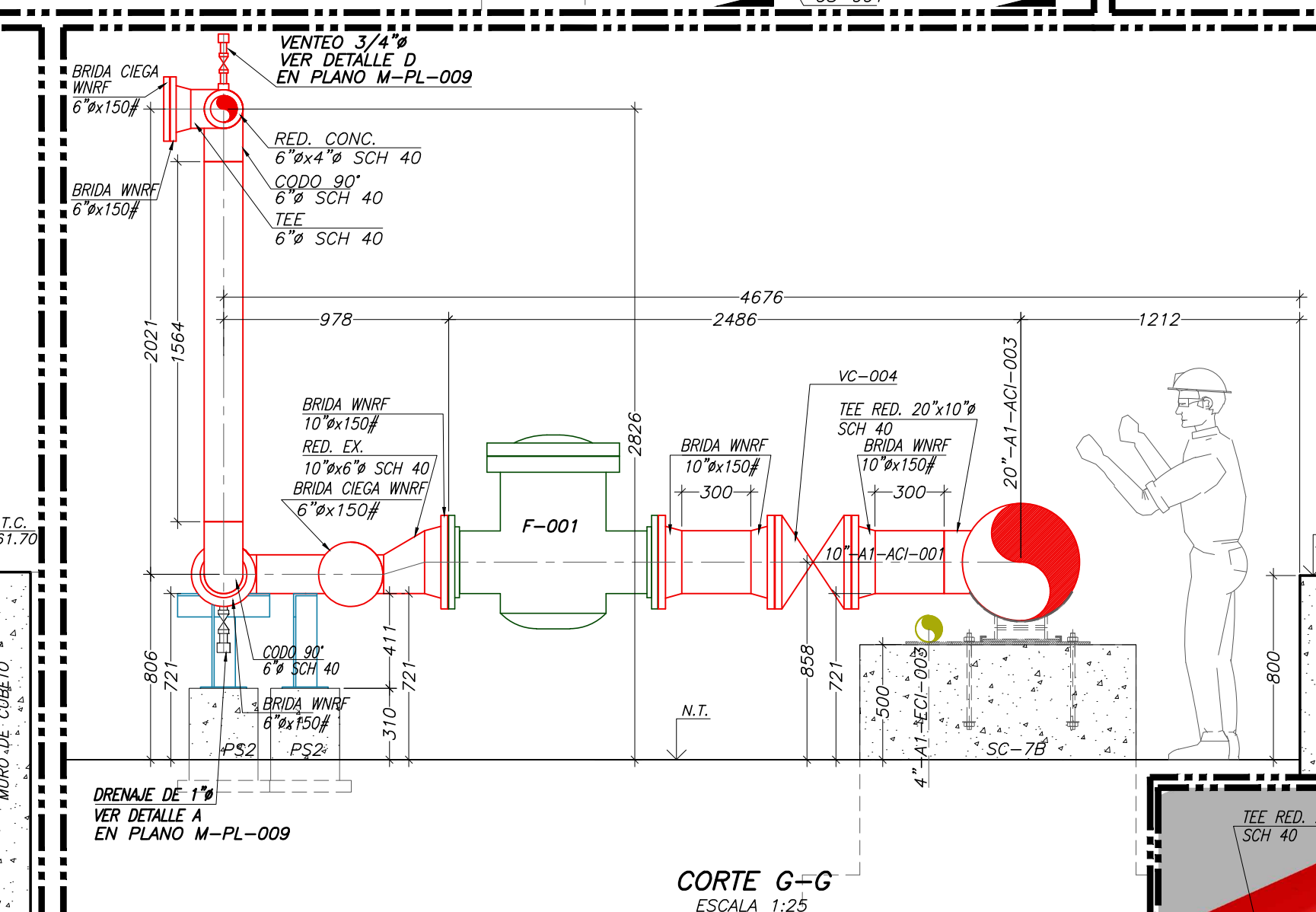
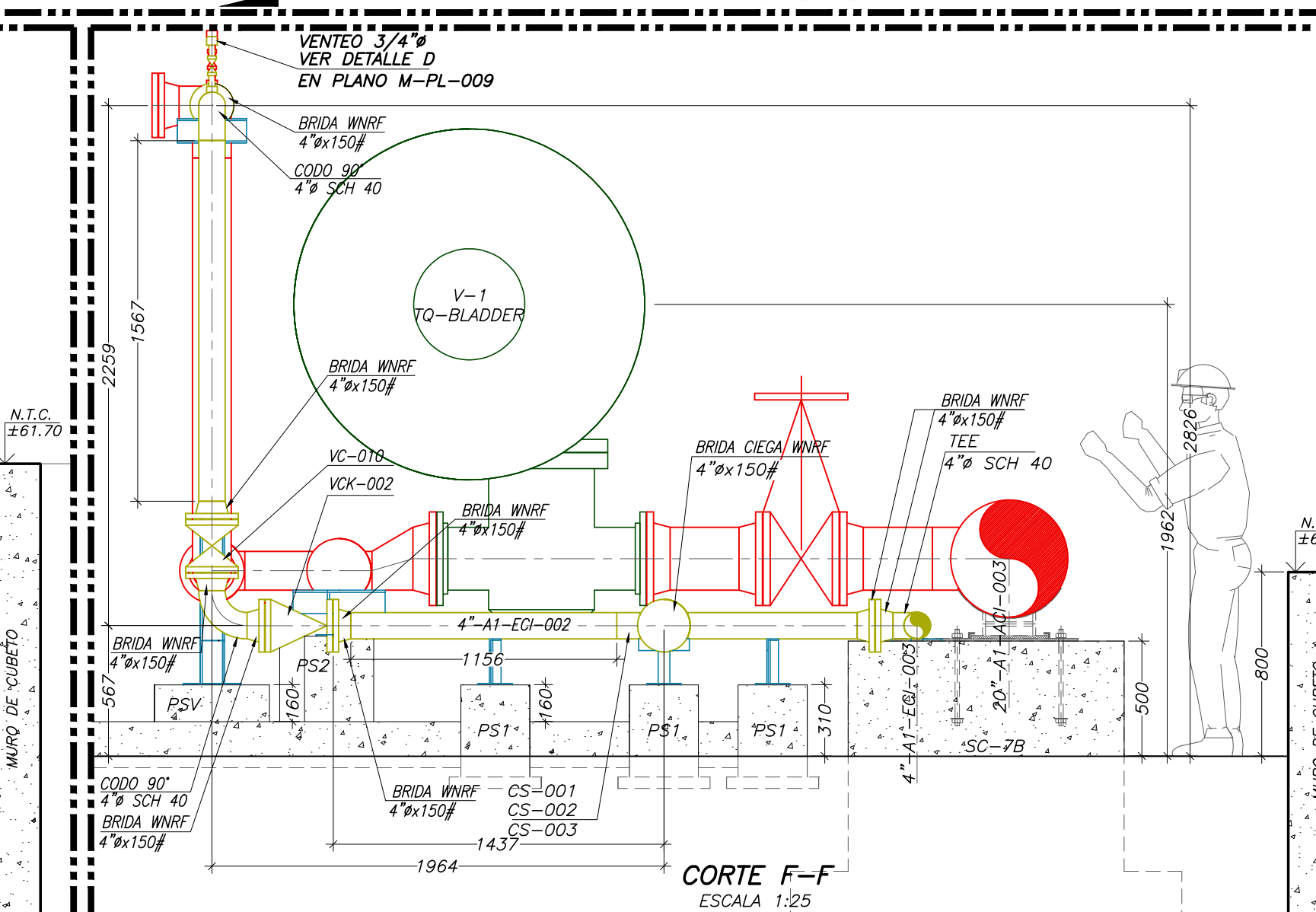
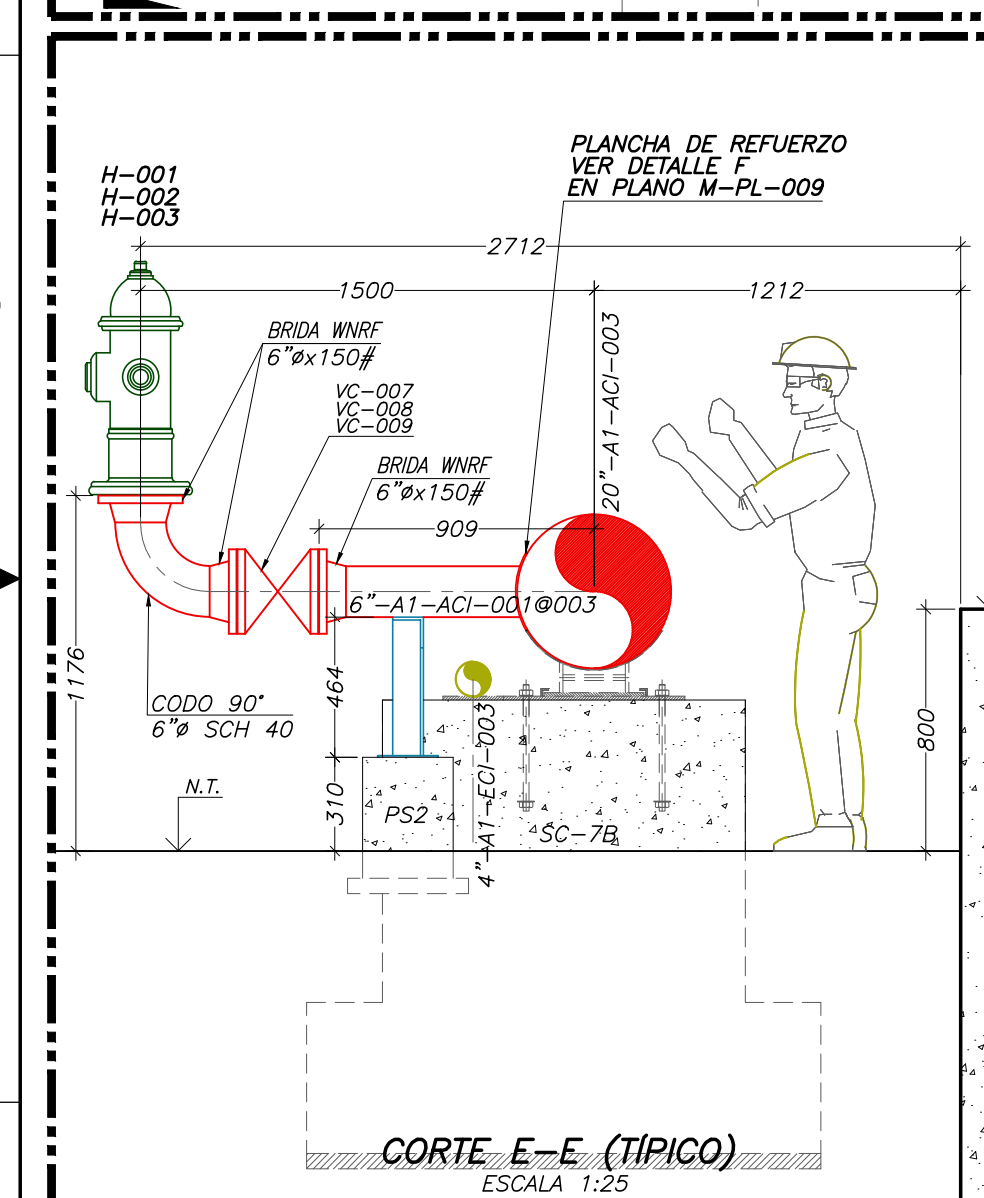
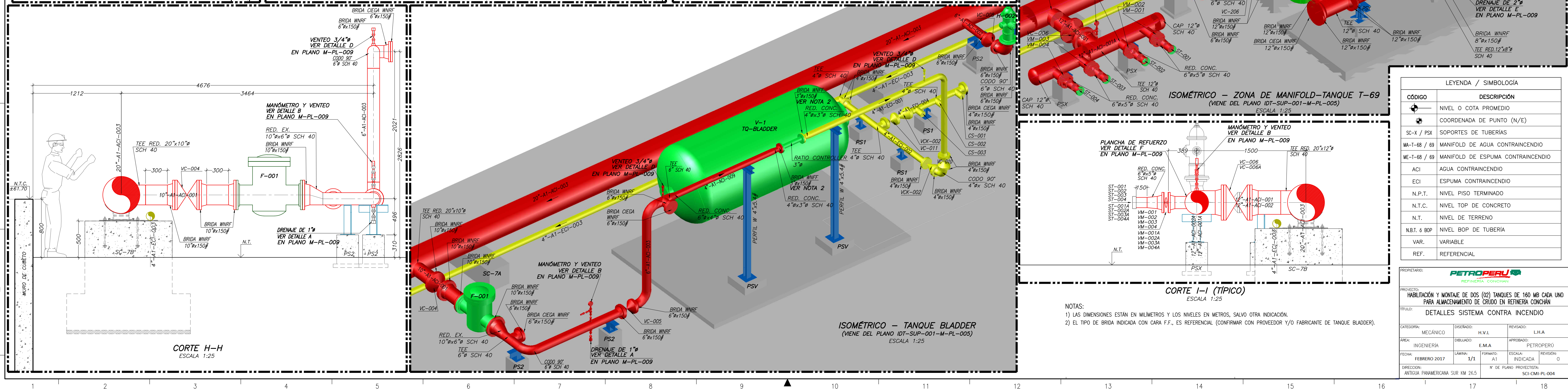
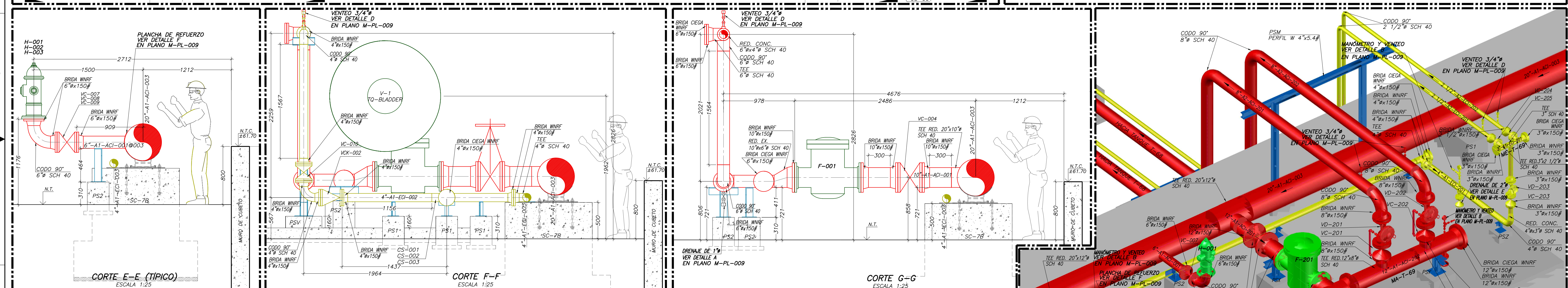
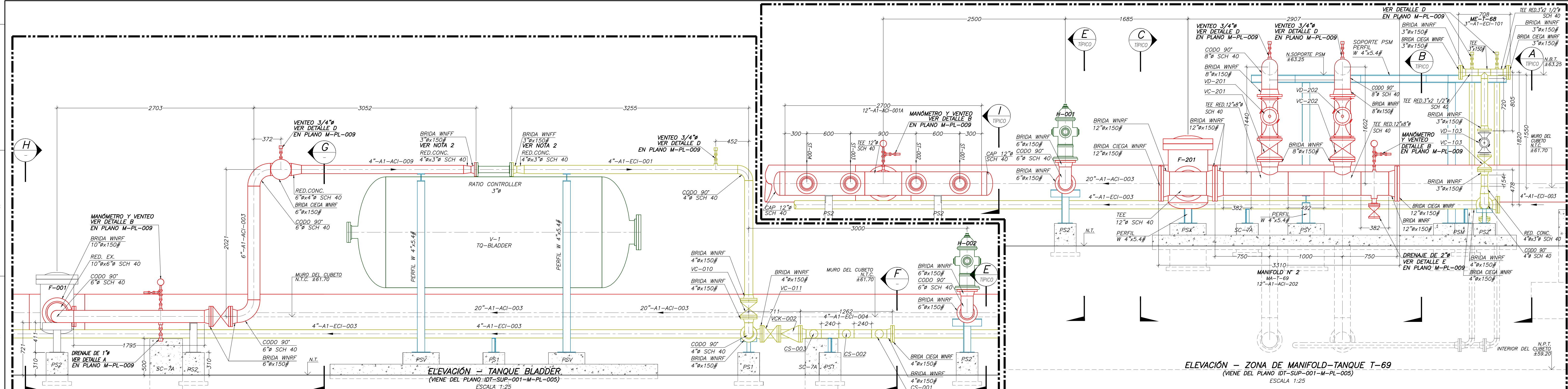
DETALLE D (TÍPICO) ASPERORES
ESCALA 1:10

CORTE A-A
ESCALA 1:25

CORTE B-B
ESCALA 1:25

- NOTAS:**
- 1) LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS Y LOS NIVELES EN M.S.N.M.
 - 2) LOS TRAMOS DE TUBERÍAS DE ACERO PARA AGUA Y ESPUMA CONTRAINCENDIO, DESDE LAS VÁLVULAS DE DILUVIO O COMPUERTA EN ZONA DE MANIFOLD'S HASTA LAS MONTANTES Y/O TOROIDES EN TANQUES, SERÁN GALVANIZADOS.

PROYECTO: PETROPERU REFINERÍA CONCHÁN			
PROYECTO: HABILITACIÓN Y MONTAJE DE DOS (02) TANQUES DE 160 MB CADA UNO PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN REFINERÍA CONCHÁN			
TÍTULO: SISTEMA CONTRA INCENDIO EN TANQUES (T-68)			
CATEGORÍA: MECÁNICO	DISEÑADO: H.V.L.	REVISADO: L.H.A.	
ÁREA: INGENIERÍA	DESBUJADO: E.M.A.	APROBADO: PETROPERO	
FECHA: FEBRERO-2017	LÁMINA: 1/1	FORMATO: ESCALA INDICADA	REVISIÓN: 0
DIRECCIÓN: ANTIOQUA PANAMERICANA SUR KM 26.5		N° DE PLANO PROYECTISTA: SCH-DM-PL-003	



LEYENDA / SIMBOLOGÍA	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
○	NIVEL O COTA PROMEDIO
●	COORDENADA DE PUNTO (N/E)
SC-X / PSX	SOPORTES DE TUBERÍAS
MA-T-68 / 69	MANIFOLD DE AGUA CONTRAINCENDIO
ME-T-68 / 69	MANIFOLD DE ESPUMA CONTRAINCENDIO
ACI	AGUA CONTRAINCENDIO
ECI	ESPUMA CONTRAINCENDIO
N.P.T.	NIVEL PISO TERMINADO
N.T.C.	NIVEL TOP DE CONCRETO
N.T.	NIVEL DE TERRENO
N.B.T. & BOP	NIVEL BOP DE TUBERÍA
VAR.	VARIABLE
REF.	REFERENCIAL

NOTAS:
 1) LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS Y LOS NIVELES EN METROS, SALVO OTRA INDICACIÓN.
 2) EL TIPO DE BRIDA INDICADA CON CARA F.F., ES REFERENCIAL (CONFIRMAR CON PROVEEDOR Y/O FABRICANTE DE TANQUE BLADDER).

PROYECTADO:			
PROYECTO:	HABILITACIÓN Y MONTAJE DE DOS (02) TANQUES DE 160 MB CADA UNO PARA ALMACENAMIENTO DE CRUDO EN REFINERÍA CONCHÁN		
TÍTULO:	DETALLES SISTEMA CONTRA INCENDIO		
CATEGORÍA:	MECÁNICO	DISEÑADO:	H.V.L.
ÁREA:	INGENIERÍA	DEBILITADO:	E.M.A.
FECHA:	FEBRERO 2017	LÁMINA:	1/1
DIRECCIÓN:	ANTIGUA PANAMERICANA SUR KM 26.5	FORMATO:	A1
		ESCALA:	INDICADA
		REVISIÓN:	0
		N.º DE PLANO PROYECTISTA:	SC-CM-PL-004