

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE  
COMBUSTIBLE DIESEL 2 EN UNA UNIDAD MINERA”

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO

**RAFAEL OCAÑA ALEGRE**

PROMOCION 2006-I

LIMA-PERU

2011

*A mis Padres*

**IDA MARGOT y RAFAEL HUGO**

Por su gran apoyo y consejos

*A mis hermanos*

**MARGOT Y HUGO**

Por la unión y amor fraternal.

*A mi compañera en esta vida*

**CLAUDIA**

Por su amor y comprensión.

## CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
CONTENIDO .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
PRÓLOGO .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. ANTECEDENTES .....	3
1.2. OBJETIVOS .....	4
1.3. ALCANCES .....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	5
2. GENERALIDADES DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE .....	7
2.1. DEFINICIONES GENERALES .....	7
2.1.1. Combustible .....	8
2.1.2. Descarga de Combustible .....	9
2.1.3. Sistema de Almacenamiento .....	11
2.1.4. Instalaciones Eléctricas .....	14
2.1.5. Sistema Contraincendios.....	17
2.1.6. Otros Equipos.....	19
2.1.7. Materiales Complementarios .....	26
2.2. ECUACIONES APLICABLES .....	27
2.2.1. Sistema de Bombeo de Combustible .....	27
2.2.2. Tanque de Almacenamiento de Combustible .....	31
2.2.3. Sistema Contraincendios.....	43
3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	53
3.1 GENERALIDADES .....	53
3.2 ESQUEMA DEL PROCESO ANTERIOR.....	54
3.3 UBICACIÓN DEL SISTEMA .....	57
3.4 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	58
3.5 REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE .....	59

4.	DISEÑO DEL SISTEMA .....	61
4.1	SISTEMA PROPUESTO .....	61
4.1.1.	Descarga de Combustible .....	61
4.1.2.	Almacenamiento de Combustible .....	62
4.1.3.	Sistema Contraincendios .....	62
4.2	DEL SISTEMA DE BOMBEO DE COMBUSTIBLE .....	64
4.2.1.	Parámetros de Diseño .....	64
4.2.2.	Cálculo de Pérdidas por Fricción .....	65
4.2.3.	Selección de Bomba.....	68
4.2.4.	Espesor de Tuberías .....	69
4.3	DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	70
4.3.1.	Parámetros de Diseño .....	70
4.3.2.	Espesor de la Pared del Tanque .....	73
4.3.3.	Espesor del Fondo del Tanque .....	74
4.3.4.	Espesor del Techo del Tanque .....	74
4.3.5.	Anillo de Refuerzo .....	77
4.3.6.	Diseño por Sismo .....	78
4.4	DEL SISTEMA CONTRAINCENDIOS .....	82
4.4.1.	Parámetros de Diseño .....	82
4.4.2.	Capacidad del Sistema.....	82
4.4.3.	Diámetro Efectivo del Fuego.....	83
4.4.4.	Diseño Hidráulico .....	84
4.4.5.	Espesor de Tuberías .....	90
4.5	RESULTADOS .....	91
5.	ESTRUCTURA DE COSTOS .....	93
5.1	ESTRUCTURA GENERAL DE COSTOS .....	93
5.1.1.	Ingeniería Civil.....	93
5.1.2.	Ingeniería Mecánica .....	94
5.1.3.	Ingeniería Eléctrica .....	94
5.1.4.	Ingeniería de Instrumentación .....	95
5.2	ESTRUCTURA DETALLADA DE COSTOS.....	95
5.2.1.-	Primera Fase .....	96
5.2.2.	Segunda Fase .....	99
5.2.3.	Proyecto Global .....	103

CONCLUSIONES .....	104
RECOMENDACIONES.....	106
BIBLIOGRAFÍA.....	107
PLANOS.....	109
ANEXOS .....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Espaciamiento Mínimo entre Tanques Adyacentes.....	32
Tabla 2-2: Espesor de Plancha del Fondo del Tanque .....	34
Tabla 2-3: Factor por Sismo .....	38
Tabla 2-4: Coeficientes de Lugar .....	40
Tabla 2-5: Valor C de Hazen- Williams .....	50
Tabla 2-6: Longitud Equivalente de Accesorios y Válvulas .....	50
Tabla 3-1: Cuadro de Riesgos .....	59
Tabla 3-2: Cuadro de Consumo de Diesel 2 .....	60
Tabla 4-1: Factor de Pérdidas Primarias.....	66
Tabla 4-2: Valores de Pérdidas Primarias.....	66
Tabla 4-3: Factor de Pérdidas por Accesorios .....	67
Tabla 4-4: Pérdidas Secundarias en la Succión.....	67
Tabla 4-5: Pérdidas Secundarias en la Descarga .....	68
Tabla 4-6: Dimensiones de Tanques de Combustible .....	71
Tabla 4-7: Capacidad de Agua para Enfriamiento.....	82
Tabla 4-8: Capacidad de Agua para Extinción .....	82
Tabla 4-9: Capacidad de Agua para Protección Secundaria.....	83
Tabla 4-10: Resumen de Capacidad.....	83
Tabla 4-11: Diámetro del Anillo de Enfriamiento .....	85
Tabla 4-12: Espaciamiento entre Rociadores .....	85
Tabla 4-13: Cálculo Hidráulico-Línea de Agua .....	88
Tabla 4-14: Cálculo Hidráulico-Línea de Espuma .....	89
Tabla 4-15: Cálculo Hidráulico-Línea de Principal.....	89
Tabla 4-16: Resumen de Espesores de Tuberías .....	90
Tabla 5-1: Presupuesto Fase I.....	99
Tabla 5-2: Presupuesto Fase II.....	102
Tabla 5-3: Presupuesto Global .....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1: Descarga por Gravedad.....	9
Figura 2-2: Bomba Centrífuga.....	10
Figura 2-3: Bomba de Engranajes Internos.....	11
Figura 2-4: Tanque a Presión .....	12
Figura 2-5: Identificación de Seguridad para Diesel 2.....	14
Figura 2-6: Pozo a Tierra.....	16
Figura 2-7: Pararrayo Tetrapuntal.....	17
Figura 2-8: Análisis del Sistema Contraincendios .....	18
Figura 2-9: Brazo de Descarga Tipo "Botom Loading" .....	19
Figura 2-10: Medidor de Caudal .....	20
Figura 2-11: Bomba de Carcasa Partida.....	20
Figura 2-12: Motor Diesel-Bomba Contraincendios.....	21
Figura 2-13: Tablero de Control .....	22
Figura 2-14: Válvula OS&Y.....	22
Figura 2-15: Proporcionador de Solución de Espuma.....	23
Figura 2-16: Cámara de Espuma.....	24
Figura 2-17: Rociador Modelo E .....	25
Figura 2-18: Angulo de Rociadores .....	25
Figura 2-19: Sensores de Presión y Temperatura.....	26
Figura 2-20: Detalle "Tipo C" de Soldadura Cuerpo-Techo .....	36
Figura 2-21: Factor k .....	41
Figura 2-22: Masa Efectiva .....	41
Figura 2-23: Fuerza Sísmica en Centroides .....	41
Figura 2-24: Diámetro Efectivo de Llama.....	47
Figura 3-1: Sistema de Almacenamiento Antiguo .....	54
Figura 3-2: Estacionamiento de Vagones .....	54
Figura 3-3: Tanques Instalados .....	55
Figura 3-4: Sistema Inicial .....	55
Figura 3-5: Tubería de Ingreso a tanque.....	56
Figura 3-6: Tanque de 12,000 galones.....	57
Figura 3-7: Ubicación Estación de Descarga Pase T-1 .....	58

Figura 4-1: Sistema de Espuma.....	64
Figura 4-2: Ingreso de Hombre .....	73



## PRÓLOGO

El presente informe muestra la implementación de un sistema de almacenamiento de combustible diesel 2 en una unidad minera cuprífera de tajo abierto de acuerdo a los reglamentos nacionales vigentes, ésta unidad minera se encuentra en el departamento de Tacna, a una altitud de 3200 msnm.

Actualmente los reglamentos nacionales fiscalizan la correcta instalación de almacenamiento de hidrocarburos a nivel de productores, distribuidores y consumidores directos. Para el presente caso, nos enmarcamos en el rubro de consumidores directos.

En el primer capítulo indicaremos los antecedentes de las unidades mineras respecto a los sistemas de almacenamiento de combustible y los reglamentos vigentes para el manejo de los mismos. Por otro lado, se indicará los objetivos, los alcances y la justificación del trabajo a realizar.

En el segundo capítulo se comentará los sub-sistemas que forman parte de una correcta instalación para un sistema de almacenamiento de combustible, se mencionarán los equipos de para este propósito, los diferentes sistemas de

descarga hacia los tanques de almacenamiento y los sistemas de seguridad. A su vez, se definirá de manera breve cada uno de estos sub-sistemas.

En el tercer capítulo, se describirá el proceso de almacenamiento actual y la necesidad de optimizar la capacidad del sistema de almacenamiento de acuerdo a las necesidades de operación de los equipos de la mina, a su vez, se hace mención de la ubicación del sistema y la propuesta para ejecución del proyecto.

En el cuarto capítulo se realizarán los cálculos de cada componente del sistema de almacenamiento para su optimización, considerando el tanque de almacenamiento adecuado para el tipo combustible, el sistema de bombeo de acuerdo a la necesidad del usuario, y la capacidad del sistema contra incendios requerida para combatir una emergencia.

La estructura de costos del proyecto se indicará en el capítulo quinto, mencionando los costos por equipos, materiales y mano de obra o labor.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones para realizar una evaluación integral en proyectos de similares características.

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

#### **1.1. ANTECEDENTES**

En años anteriores las empresas dedicadas a la minería realizaban la implementación de sus tanques de almacenamiento de combustible de acuerdo a sus requerimientos inmediatos; dependiendo de la formalidad de las mismas, consideraban ciertas medidas de seguridad para sus instalaciones. En el contexto de los años 90's donde se emitieron decretos supremos a nivel nacional para los diferentes involucrados con la producción, transporte y almacenamiento de combustibles; no solamente enfocada a plantas de abastecimiento, sino también de distribuidores mayorista, distribuidores minoristas, establecimiento de venta de combustible y **consumidores directos**. Existieron diversos factores para publicar estos decretos supremos, pero el más importante es la seguridad en las instalaciones en conjunto con los aspectos técnicos.

Por otro lado, los procesos realizados por la minería para la extracción de los minerales son: **Perforación y voladura, acarreo**, chancado, molienda, flotación y prensado; para finalmente obtener el producto y ser enviado ya sea para venta como concentrado o producto refinado en planchas de cobre a un porcentaje cercano a su pureza.

Con el aporte de este trabajo, se optimiza e incrementa la instalación del sistema de almacenamiento del combustible Diesel N°2, y así mantener los niveles de producción de los procesos mencionados anteriormente. La utilización de este combustible permite generar el movimiento de volquetes, perforadoras, palas, locomotoras o grupos electrógenos y así cumplir con las metas de producción; se debe ubicar los puntos de abastecimiento de diesel N° 2 en zonas estratégicas, con un almacenamiento de combustible adecuado a la capacidad requerida y teniendo en cuenta el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera DS 055-2010-EM.

## **1.2. OBJETIVOS**

Diseñar el sistema de almacenamiento de combustible para abastecer a los camiones volquetes y otros equipos de la mina que utilizan combustible diesel 2; optimizando la instalación en la zona de almacenamiento del combustible e incrementando su capacidad, bajo la consideración de los reglamentos nacionales.

## **1.3. ALCANCES**

Para el diseño del sistema de almacenamiento de combustible diesel 2, el usuario o cliente evaluó su programa de inversión y necesidades inmediatas, donde decidió implementar todo el sistema en dos fases o etapas:

1. Sistema de descarga de diesel 2: En esta fase se formuló optimizar el procedimiento de descarga y almacenamiento de combustible existente.
  
2. Incremento de la capacidad de almacenamiento: En esta etapa se consideró aumentar la capacidad de almacenamiento para una mayor disponibilidad de combustible, debido al incremento de la flota de camiones mineros.

Para la implementación y correcta operación de un sistema de almacenamiento de combustible dentro de una unidad minera de tajo abierto, se consideran los siguientes aspectos:

- Fiabilidad de los tanques de almacenamiento.
- Adecuada instalación del sistema de tuberías y componentes eléctricos.
- Prever el sistema contra incendios adecuado.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

El desarrollo de este trabajo se justifica por lo siguiente:

a) Considerando aspectos técnico:

- El incremento de cantidad de volquetes en operación requiere mayor cantidad de combustible disponible en el área.

- La implementación del sistema de almacenamiento considerando la SEGURIDAD como el factor más importante.
- b) Considerando aspectos técnicos-económicos:
- Se evita las sanciones de suspensión y/o anulación de licencias de combustibles por parte de entidades gubernamentales, por ende, continuidad en la operación minera.
  - Una disponibilidad de combustible mayor a 14 días en el área, en caso no exista abastecimiento de diesel 2 por bloqueo de vías ante un conflicto social.

## **CAPITULO II**

### **GENERALIDADES DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE**

#### **2.1. DEFINICIONES GENERALES**

Haciendo una breve reseña de decretos supremos emitidos por el gobierno peruano tenemos al Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos (DS-053-93-EM), este fue el primer documento para la regularización de los sistemas de almacenamiento de combustibles en todas sus etapas.

Posteriormente, en el año 2007 enunciaron el Reglamento de Seguridad para Actividades de Hidrocarburos (DS-043-2007-EM) este reglamento aplicaba a las Operaciones e Instalaciones de Hidrocarburos, tanto de empresas autorizadas como a los consumidores directos.

El decreto supremo mencionado anteriormente fue modificado mediante DS 008-2009-EM, dentro de éste documento se excluía a los consumidores directos y sólo se aplicaba para las Operaciones e Instalaciones de Hidrocarburos, de las Empresas Autorizadas para las actividades de exploración, explotación, procesamiento, refinación, transporte por ductos,

distribución por ductos, así como para las Plantas de Abastecimiento, Plantas de Abastecimiento en Aeropuertos, Terminales y Transporte Acuático.

En la actualidad, el organismo supervisor y fiscalizador OSINERGMIN se basa en el reglamento emitido por el DS-052-93-EM para los consumidores directos como es el caso de las empresas mineras. En los artículos de este decreto se hace mención a las normas técnicas y estándares americanos como son ASME, ANSI, ASTM, NFPA, API, entre otros.

#### **2.1.1. Combustible**

Las principales características físicas y químicas del combustible son las siguientes:

Combustible	Diesel 2.
Punto de ebullición	PIE 149 °C / PFE 385 °C máx.
Punto de inflamación	52 °C min
Presión de vapor	(Reid) 0.004 atm
Autoinflamabilidad	257 °C
Densidad	0.87 g/cm <sup>3</sup> @ 15 °C
Viscosidad	1.7-4.1 cSt. @ 40 °C

En el anexo 1 se muestra la hoja de seguridad del combustible (MSDS).



### 2.1.2. Descarga de Combustible

Para el proceso de descarga de combustible, existen dos formas que son utilizadas en la industria de acuerdo a las condiciones presentadas.

#### 2.1.2.1. Por Gravedad

Cuando existe una condición geográfica o edificaciones con diferencia de niveles apropiados para el traspaso del combustible hasta el lugar de almacenamiento aprovechando la gravedad. Dentro de las principales consideraciones para tomar en cuenta este tipo de instalaciones es la temperatura y viscosidad del fluido. En la siguiente figura se muestra la instalación típica del sistema de descarga por gravedad.

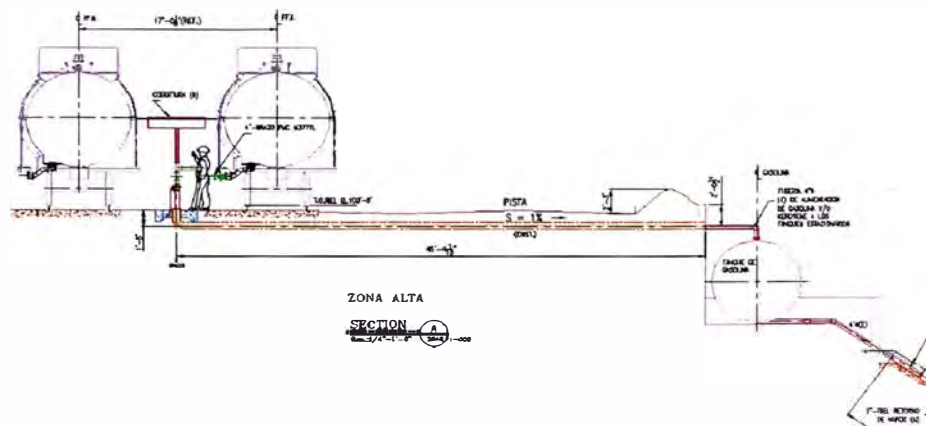


Figura 2-1: Descarga por Gravedad

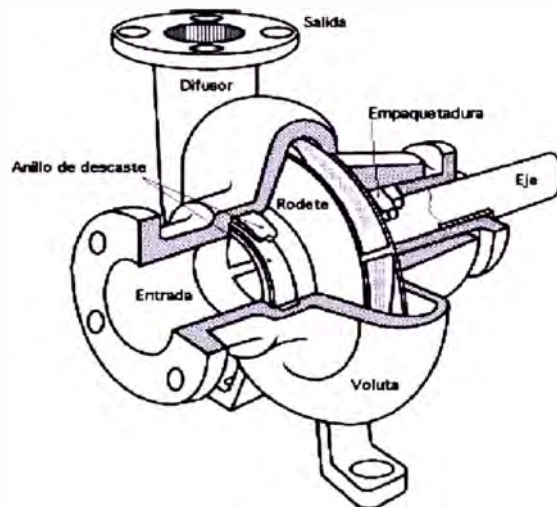
#### 2.1.2.2. Por Bombas

Este medio de descarga es el más aplicado en la mayoría de industrias, debido a las condiciones de lugar.

La clasificación de las bombas de acuerdo al principio de energía proporcionada al fluido puede ser observada en el anexo 2.

A continuación se indican los tipos de bombas utilizadas principalmente:

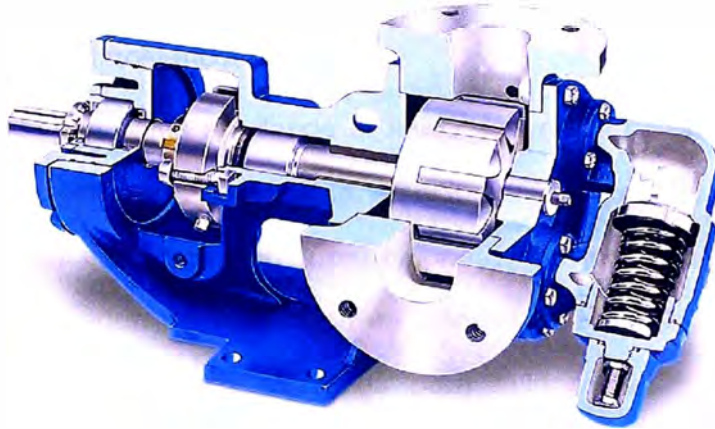
- A. Bombas Centrifugas: Este tipo de bombas aprovechan la energía del giro del impulsor (rodete) para generar el flujo y presión necesaria de manera dinámica. Son llamadas bombas rotodinámicas. Por su forma constructiva pueden manejar fluidos con alto caudal considerando una sola etapa.



**Figura 2-2: Bomba Centrifuga**

- B. Bombas de Engranajes: Este tipo de bombas de desplazamiento positivo aprovechan la energía mecánica para impulsar un volumen finito de fluido en el giro del eje del

engranaje motriz. Estas bombas pueden ser externas o internas.



**Figura 2-3: Bomba de Engranajes Internos**

Si el líquido bombeado tiene una viscosidad, a temperatura de operación, de 100 SSU o mayor, las bombas de engranajes (desplazamiento positivo) son mejor opción que las centrífugas.

### **2.1.3. Sistema de Almacenamiento**

Para un sistema de almacenamiento de combustibles líquidos existen los sistemas convencionales y no convencionales. La instalación convencional se subdivide en tanques superficiales y tanques enterrados.

Los tanques enterrados, están cubiertos de materiales sólidos y sometidos a presiones ocasionadas por el peso del material que los rodea. Un ejemplo común son los tanques de las estaciones de servicios de combustibles o “grifos”.

### 2.1.3.1. Clasificación de Tanques Superficiales

Estos tanques se clasifican en:

#### A. Tanques Atmosféricos

Son tanques superficiales en donde el fluido se encuentra en total contacto con la atmósfera, por lo tanto, en el interior se cuenta con la presión atmosférica del lugar, en la parte superior del techo cuentan con un filtro-respirador. Se subdividen en tanques de techo fijo y de techo flotante. Son tanques utilizados para fluidos con presión máxima de vapor de  $0.914 \text{ kg/cm}^2 \text{ abs}$  ( $13 \text{ psia}$ ) a nivel del mar.

#### B. Tanques a Presión

Son tanques utilizados para almacenar líquidos con una presión de vapor mayor o igual de  $0.914 \text{ kg/cm}^2 \text{ abs}$  ( $13 \text{ psia}$ ) a nivel del mar. Estos tipos de tanque pueden ser de geometría cilíndrica o esférica.



**Figura 2-4: Tanque a Presión**

#### C. Tanques de Almacenamiento Refrigerados

Son tanques utilizados para almacenar gases licuados, en rangos desde el etileno al butano, que tienen un punto de ebullición entre -126.6°C a -1.1°C. Los principales tanques refrigerados son: Recipientes a presión, esferas a presión y tanques cilíndricos verticales. Como ejemplo se tiene a los tanques de almacenamiento de GLN u otro gas criogénico.

#### D. Tanques Térmicos

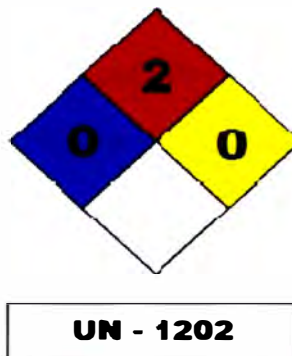
Son tanques cuyas instalaciones permiten mantener una adecuada temperatura para permitir el flujo del líquido que contiene, normalmente se utilizan para líquidos con alta viscosidad.

### 2.1.3.2. Requerimientos Complementarios

#### A. Identificación de Tanques

Los tanques de almacenamiento superficiales debe ser identificados mediante:

- Placa de identificación que indique: Fabricante, fecha de fabricación, cubicaje, presión de prueba hidrostática y otras descripciones.
- Rombo de seguridad de acuerdo a norma NFPA 704 y numeración UN. Ver siguiente figura:



**Figura 2-5: Identificación de Seguridad para Diesel 2**

**B. Zona Estanca**

Todo tanque superficial debe tener una zona estanca de contención de derrames. Esta zona debe estar impermeabilizada interiormente para evitar contaminación de suelos por derrame de combustible u otro agente.

Así mismo, debe contar con un sistema de drenaje para evacuación de agua de lluvias y agua con contaminantes (espumas, aceites, combustibles) dentro del área estanca.

**2.1.4. Instalaciones Eléctricas**

En este tipo de áreas las instalaciones eléctricas deben eliminar el riesgo de inflamación o explosión. Existen para ello varias metodologías como prevenir la ignición (seguridad aumentada, seguridad intrínseca, uso de atmósferas inertes) o permitir la ignición pero contenerla (equipos a prueba de explosión).

Los equipos a prueba de explosión deben contener la explosión sin deformarse, y permitiendo la salida de los gases calientes a través de juntas de tolerancias controladas de manera que estos se enfríen por debajo de su punto de ignición antes de alcanzar la atmósfera externa.

Existen varias normas que rigen el diseño, fabricación y ensayo de equipos a prueba de explosión, siendo las emitidas por Underwriters Laboratories, Inc. (UL) de los Estados Unidos las de mayor difusión y aceptación a nivel mundial.

#### 2.1.4.1. Áreas Peligrosas

Se denomina así a las zonas en donde existe o pudieran existir concentraciones de vapores inflamables de hidrocarburos debido a las condiciones de instalación. Estas áreas son diferenciadas de acuerdo a la clasificación de los líquidos o gases contenidos en el recinto.

En la normativa peruana la clasificación de las áreas peligrosas se clasifican según API RP 500. Para líquidos combustibles Clase II, como es el caso del Diesel 2, la probabilidad de ignición debido a la generación de vapores por el líquido es mínima, por tal motivo nos es considerado dentro de las clasificaciones eléctricas de dicho estándar.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Ver acápite 5.2.3 de API RP 500.

#### 2.1.4.2. Sistema de puesta a tierra

Según la IEEE se define como una conexión conductora, ya sea intencional o accidental, por medio de la cual un circuito eléctrico o equipo se conecta a la tierra o a algún cuerpo conductor de dimensión relativamente grande que cumple la función de la tierra.

Existen dos tipos de puesta a tierra: 1) Mediante impedancias y 2) Con baja impedancia. Para equipos de bajo voltaje se utiliza principalmente el segundo.

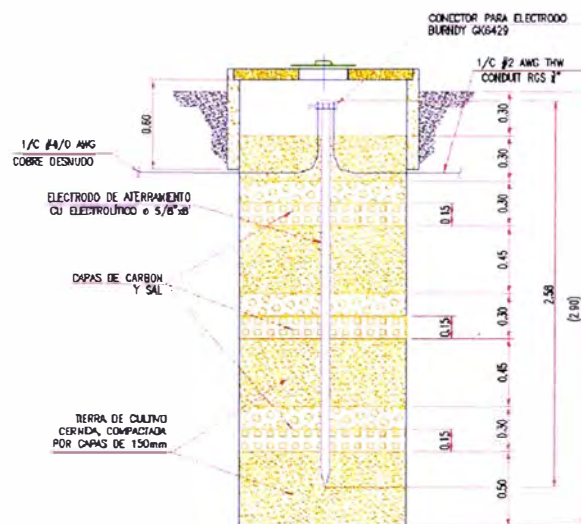


Figura 2-6: Pozo a Tierra

#### 2.1.4.3. Pararrayos

Es un instrumento cuyo objetivo es atraer un rayo ionizando para atraer y conducir la descarga hacia tierra, de tal modo que no cause daños a construcciones o personas.





**Figura 2-7: Pararrayo Tetrapuntal**

### **2.1.5. Sistema Contraincendios**

Es el sistema de protección principal protección propia de los tanques y de áreas aledañas. Para la extinción de incendios deben ser considerados además del agua para extinción y enfriamiento, los agentes extintores como espumas y polvos químicos.

Con la finalidad de realizar un apropiado análisis del sistema contra incendios, se inicia este proceso mediante la elaboración de un Estudio de Riesgos, en donde se evalúa la magnitud de los riesgos de derrame, incendio y/o explosión derivados del almacenamiento, carga y descarga de los tanques de almacenamiento de Diesel 2. Este estudio presenta los diferentes escenarios de incendios, filosofía de protección contra incendios y la máxima demanda de agua contra incendios para asegurar el correcto funcionamiento de las instalaciones y se ajuste a la normativa nacional vigente. OSINERGMIN establece que el Estudio de Riesgos y el Plan de Contingencia para actividades relacionadas con hidrocarburos deben ser elaborados por profesionales expertos, los cuales estarán registrados en dicha entidad.

Posterior a la presentación del documento, se inicia el análisis hidráulico para diseñar el sistema de abastecimiento de agua.

El siguiente diagrama de flujo muestra el procedimiento para realizar el análisis del sistema contraincendios

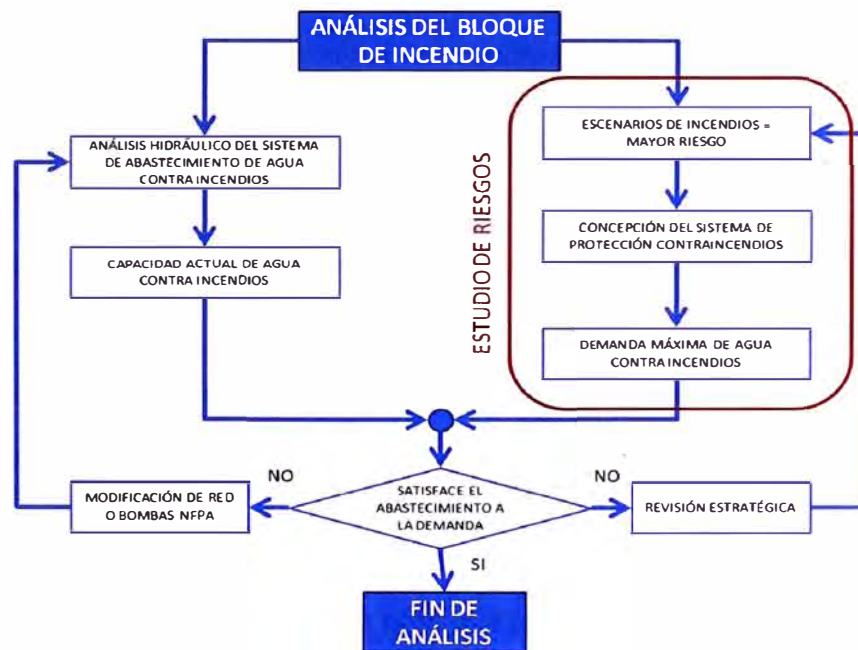


Figura 2-8: Análisis del Sistema Contraincendios

De acuerdo al tipo de instalación de sus componentes de acción directa, se pueden clasificar en:

#### 2.1.5.1. Sistemas Fijos

Son sistemas cuyos componentes se encuentran en una posición determinada, entre ellos podemos mencionar a los anillos de enfriamiento y las cámaras de espuma.

#### 2.1.5.2. Sistemas Móviles

Aquellas instalaciones compuestas con elementos móviles o semi-móviles, como por ejemplo camión de bomberos, monitores portátiles y mangueras para lanzamiento de agua y espuma.

### 2.1.6. Otros Equipos

En una instalación de almacenamiento de combustible, además de los equipos mencionados anteriormente, existen diversos componentes que forman parte tanto de la instalación de descarga como de almacenamiento entre ellos se pueden mencionar:

#### 2.1.6.1. Brazos de Descarga de Combustible

Estos brazos son empleados para una descarga tipo "botom loading", con adaptador de tipo seco y codos rotatorios (swivel)



**Figura 2-9: Brazo de Descarga Tipo "Botom Loading"**

#### 2.1.6.2. Medidores de caudal

Estos equipos sirven para controlar la cantidad de combustible que ingresa o sale de los tanques de almacenamiento.



**Figura 2-10: Medidor de Caudal**

#### 2.1.6.3. Unidad Contraincendios

Esta denominación se otorga al conjunto: Bomba, Fuerza Motriz y Controlador.

##### A. Bomba Contraincendios

Son bombas de fabricación especial bajo NFPA 20. Este estándar reconoce el uso de bombas de una o varias etapas, tanto horizontales como verticales. Las horizontales pueden ser: Carcasa partida, "End-Suction" o de Diseño en línea.



**Figura 2-11: Bomba de Carcasa Partida**

Por otro lado, cuando el sistema es de tipo “tubería húmeda” para mantener la presión de línea se instala una bomba auxiliar llamada “jockey”, sus características son bajo caudal y alta presión. El funcionamiento de esta bomba es importante para un arranque automático de la bomba principal del sistema contraincendios.

#### B. Fuerza Motriz.

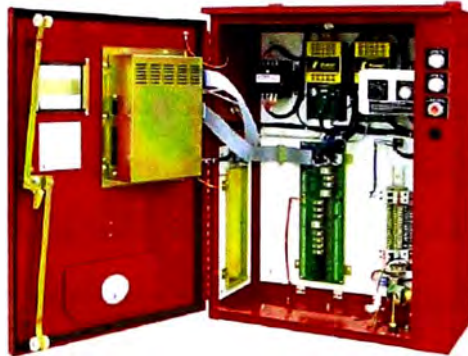
Es un equipo que entrega la energía necesaria a la bomba para su operación (Drivers en inglés). Son equipos aceptados por NFPA 20: Motores eléctricos, motores diesel, turbinas de vapor y una combinación de los indicados.



**Figura 2-12: Motor Diesel-Bomba Contraincendios**

#### C. Controlador.

Este conjunto de componentes de instrumentación y control sirve para accionar la bomba jockey y la fuerza motriz, según sea el caso; normalmente se encuentran dentro de un tablero de control.



**Figura 2-13: Tablero de Control**

#### 2.1.6.4. Válvulas de Vástago Saliente

Estas válvulas OS&Y<sup>2</sup>, normalmente son válvulas tipo compuerta y empleadas en sistemas contraincendios debido a su construcción de vástago saliente. En caso una válvula del sistema contraincendios se ubique dentro de una zona estanca debe tener una distancia mínima de un diámetro pero en ningún caso menor a 15 m.



**Figura 2-14: Válvula OS&Y**

---

<sup>2</sup> OS&Y: Outside Screw and Yoke Valve.

#### 2.1.6.5. Proporcionadores en línea

Es un equipo que sirve para entregar la mezcla apropiada del concentrado de espuma y agua, al ratio de espuma deseado para su inyección en la extinción de un incendio. Es seleccionado para un solo caudal de trabajo, no admite cambios de este parámetro. Generalmente es empleado para sistemas fijos cuyos parámetros de presión y caudal están establecidos.



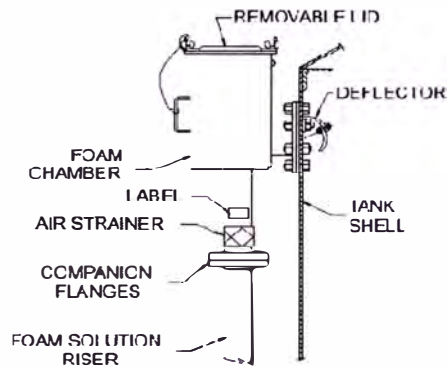
**Figura 2-15: Proporcionador de Solución de Espuma**

Su funcionamiento se debe al paso del agua a través de una garganta dentro del eductor crea un vacío que obliga al concentrado de espuma a ingresar al flujo y mezclarse con el agua, produciendo la solución de espuma. Para lograr esto es necesario que la diferencia de presiones entre el ingreso y descarga sea de al menos 35%, por lo tanto, requiere una presión alta en su ingreso.

#### 2.1.6.6. Cámaras de espuma

Son equipos fijos instalados en la parte superior de los tanques de combustible para descargar la solución de espuma, para el caso de

hidrocarburos el concentrado de espuma es de tipo AFFF (Aqueous Film Forming Foam) al 3%.



**Figura 2-16: Cámara de Espuma**

El material de construcción es de acero ASTM A36, con orificio principal de acero inoxidable y malla de acero inoxidable como protección de los orificios aireadores. La cámara debe tener una tapa con manija que permita inspeccionar el sello de vapores, un drenaje y un deflector partido que permita la instalación por afuera del tanque. También debe tener un sello contra vapores dentro de la cámara para evitar que los vapores del combustible inunden la tubería seca que alimenta a la cámara el cual debe romperse a no menos de 10 psi y no más de 20 psi.

#### 2.1.6.7. Rociadores (Sprays)

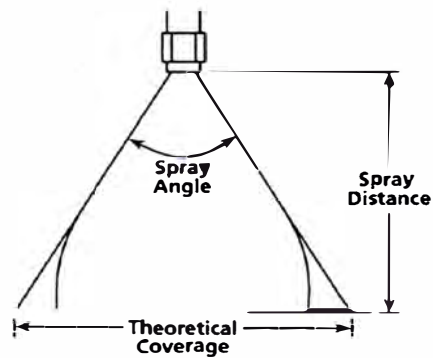
Son elementos instalados en el anillo de agua de enfriamiento, sirven para descargar el agua por aspersion y así pueda proteger un área determinada.





**Figura 2-17: Rociador Modelo E**

Tiene un deflector externo que desvía el chorro sólido de agua y forma un cono sólido y uniforme de gotas de agua de baja o media velocidad; el ángulo del cono que forma el rociador cuando descarga el fluido, pueden ser de 65°, 85°, 110°, 125°, 140°, 160° ó 180°. Este parámetro es importante para distribuir los rociadores en el anillo de acuerdo a la geometría del tanque.



**Figura 2-18: Angulo de Rociadores**

NFPA 15 indica que la presión mínima para descarga de los rociadores debe ser 30 psi.

#### 2.1.6.8. Instrumentos

Dentro de los instrumentos utilizados podemos mencionar a manómetros, transmisores de presión, transmisores de temperatura, indicadores de nivel entre otros.



**Figura 2-19: Sensores de Presión y Temperatura**

#### 2.1.7. Materiales Complementarios

Para otros materiales utilizamos los indicados en la siguiente tabla:

<b>Material</b>	<b>Norma de Material</b>	<b>Norma de Fabricación</b>
Tuberías	ASTM A53	ANSI B31.3
Válvulas	ASTM A216	
Bridas	ASTM A105.	ANSI B16.5
Accesorios	ASTM A234	ANSI B16.9
Pernos	ASTM A307	ANSI B1.1 /
	ASTM A325	ANSI B18.2.1
Tuercas	ASTM A194	ANSI B1.1 /
	ASTM A536	ANSI B18.2.2
Planchas	ASTM A36	
Perfiles	ASTM A36	AISC-Manual of Steel Construction

Estos materiales son aceptados por los reglamentos y estándares vigentes.

## 2.2. ECUACIONES APLICABLES

### 2.2.1. Sistema de Bombeo de Combustible

Consideramos una velocidad media de transporte de 1 – 2.5 m/s (3.28 – 8.2 pies/s) como criterio de diseño.

#### 2.2.1.1. Pérdidas por Fricción

Estas pérdidas se generar en el movimiento dinámico del fluido, los factores de pérdidas se pueden obtener estos valores mediante ecuaciones, tablas y gráficos.

Para las **pérdidas primarias** utilizamos la Ecuación de Darcy-Weischback:

$$h_F = f \times \frac{L}{D_i} \times \frac{V^2}{2 \times g} \dots (Ec. 2.1)$$

Siendo:

- $h_F$  : Pérdidas por fricción en m.
- $f$  : Coeficiente de fricción.
- $L$  : Longitud de tubería en el tramo indicado en m.
- $D_i$  : Diámetro interior de tubería en el tramo indicado en m
- $V$  : Velocidad promedio de transporte del fluido en m/s.
- $g$  : Aceleración de la gravedad en  $m/s^2$ .

Esta ecuación es matemática involucra la viscosidad del fluido para obtener el factor  $f$ , siendo importante esta característica del fluido para el caso de combustibles.

El coeficiente de fricción se obtiene del diagrama de Moody, está en función del número de Reynolds y el coeficiente de rugosidad relativa del material.

El número de Reynolds se define por:

$$R_e = \frac{\rho \times V \times D_i}{\mu} = \frac{V \times D_i}{\nu} \dots (\text{Ec. 2.2})$$

Siendo:

- $\rho$  : Densidad del fluido en  $\text{kg/m}^3$ .
- $V$  : Velocidad media del fluido en  $\text{m/s}$ .
- $D_i$  : Diámetro interior de tubería en el tramo indicado o longitud característica en  $\text{m}$ .
- $\mu$  : Viscosidad dinámica del fluido en  $\text{kg/m}\cdot\text{s}$ .
- $\nu$  : Viscosidad cinemática del fluido en  $\text{m}^2/\text{s}$ .

Para obtener los factores de pérdidas primarias empleamos las tablas elaboradas por "Viking Pumps" ubicadas en el anexo 3. Estas tablas muestran los factores calculados para diferentes escenarios de viscosidad, caudal y diámetros.

Para las **pérdidas locales o secundarias**, en primer lugar se emplean tablas y gráficos para obtener los valores "k" de pérdidas

para accesorios y válvulas (ver anexo 4), luego obtenemos el valor de pérdidas secundarias mediante:

$$h_s = k \times \frac{V^2}{2 \times g} \dots (Ec. 2.3)$$

Siendo:

$h_s$  : Pérdidas secundarias en m.

$k$  : Coeficiente de pérdidas secundarias.

Para las pérdidas por fricción ocasionadas por equipos secundarios y válvulas utilizamos los valores indicados por el fabricante en sus respectivas hojas técnicas y/o gráficos.

#### 2.2.1.2. Cálculo de Bomba

Para realizar el cálculo de la altura dinámica total de la bomba se aplica la ecuación de la energía de Bernoulli:

$$ADT = \frac{P_2 - P_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \times g} + Z_2 - Z_1 + \sum (h_f - h_s)_{1-2} \dots (Ec. 2.4)$$

Siendo:

(1,2): Estado de análisis (inicial, final).

$ADT$ : Altura dinámica total de la bomba en psi.

$P_{1,2}$  : Presión manométrica en psi.

$V_{1,2}$  : Velocidad promedio de transporte del fluido en pies/s.

$Z_{1,2}$  : Altura geodésica en pies.

$g$  : Aceleración de la gravedad en pies/s<sup>2</sup>.

$h_f$  : Pérdidas por fricción en psi.

$h_s$  : Pérdidas secundarias en psi.

La ecuación para el cálculo de la potencia hidráulica:

$$P_H = \frac{ADT \times Q}{1715} \dots (Ec. 2.5)$$

Siendo:

$P_H$  : Potencia hidráulica en hp.

$ADT$ : Altura dinámica total de la bomba en psi.

$Q$ : Caudal de la bomba en gpm.

A su vez, se considera el cálculo de la potencia al freno:

$$BHP = \frac{P_H}{\eta_B} \dots (Ec. 2.6)$$

Siendo:

$BHP$  : Potencia al freno en hp.

$\eta_B$  : Eficiencia de la bomba

### 2.2.1.3. Espesor de Tuberías

De acuerdo a la ecuación del código ASME B 31.3:

$$t = \frac{PD}{2 \times (SE + PY)} + c + m \dots (Ec. 2.7)$$

Siendo:

$t$ : Espesor de tubería en pulgadas

$P$ : Presión de diseño en psi

$D$ :	Diámetro exterior en pulgadas.
$S$ :	Esfuerzo de fluencia del material en psi (Tabla A-1 de ANSI B31.3)
$E$ :	Factor de calidad (Tabla A-1-A de ANSI B31.3)
$Y$ :	Coefficiente (Tabla 304.1.1 de ANSI B31.3)
$c$ :	Espesor de material por corrosión admisible en pulgadas
$m$	Espesor de material por defectos mecánicos en pulgadas

### 2.2.2. Tanque de Almacenamiento de Combustible

Para el diseño del nuevo tanque superficial, nos basamos en el estándar API 650.

En todo tanque son necesarios los siguientes elementos.

- Boquilla para ingreso de combustible, por parte superior.
- Boquilla para descarga de combustible, parte lateral.
- Un ingreso de hombre por parte lateral.
- Un ingreso de hombre por parte superior.
- Una boquilla para venteo.
- Dos boquillas para medidores de nivel ultrasónico y mecánico (regleta).
- Un salida de drenaje por la parte lateral.

De acuerdo al estándar API 650, todas las boquillas mayores a 50 mm (2") deben llevar plancha de refuerzo de un espesor mínimo igual a la plancha del tanque, en donde se encuentre ubicado.

Para los elementos como las entradas de hombre y drenaje, se debe tener una consideración especial, donde se toman en cuenta lo siguiente: Espesor de pared, espesor de techo y material. Las dimensiones del ingreso del hombre son indicados en la estándar API 650, en las tablas 3-3, 3-4 y 3-5.

### 2.2.2.1. Ubicación del tanque

El DS 052-93 menciona los valores de separación mínima serán de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 2-1: Espaciamiento Mínimo entre Tanques Adyacentes<sup>3</sup>**

	Tanque techo flotante	Tanques horizontales o de techo fijo	
		Líquidos Clase I o Clase II	Líquidos Clase IIIA
Todo tanque con diámetro <b>no mayor</b> a 45 m	1/6 de la suma de diámetros de los tanques adyacentes, pero no menor a 1.5 metros.	1/6 de la suma de diámetros de los tanques adyacentes, pero no menor a 1.5 metros.	1/6 de la suma de diámetros de los tanques adyacentes, pero no menor a 1.5 metros.
Todo tanque con diámetro mayor a 45 m			
a) Tanques en los cuales los posibles derrames conducen a otra zona	1/6 de la suma de diámetros de los tanques adyacentes.	1/4 de la suma de diámetros de los tanques adyacentes.	1/6 de la suma de diámetros de los tanques adyacentes.
b) Tanques ubicados en zona estanca	1/4 de la suma de diámetros de los tanques adyacentes.	1/3 de la suma de diámetros de los tanques adyacentes.	1/4 de la suma de diámetros de los tanques adyacentes.

<sup>3</sup> Tomado de la tabla 7 del DS 052-93



Teniendo en consideración la tabla anterior, de acuerdo a la calificación de combustible y las dimensiones de los tanques, podemos enunciar la siguiente ecuación:

$$L_{\min} = \frac{D_1 + D_2}{\eta} \dots (\text{Ec. 2.8})$$

Siendo:

- $L_{\min}$  : Distancia mínima entre tanques en m.  
 $D_1$  : Diámetro del primer tanque en m.  
 $D_2$  : Diámetro del segundo tanque en m.  
 $\eta$  : Constante (3, 4 ó 6).

#### 2.2.2.2. Espesor de la Pared del Tanque

Se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$t_d = \frac{4.9 \times D \times (H - 0.3) \times G}{S_d} + CA \dots (\text{Ec. 2.9})$$

Siendo:

- $t_d$  : Espesor de diseño de pared del tanque en mm.  
 $D$  : Diámetro nominal del tanque en m.  
 $H$  : Altura de diseño del nivel de líquido en m.  
 $G$  : Gravedad específica del fluido.  
 $S_d$  : Esfuerzo permisible para la condición de diseño en MPa.  
 $CA$  : Corrosión admisible en mm.

### 2.2.2.3. Espesor del Fondo del Tanque

Se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$S_i = \frac{4.9 \times D \times (H - 0.3)}{t_i} \dots (Ec. 2.10)$$

$$t_d = t_i + CA \dots (Ec. 2.11)$$

Siendo:

$S_i$  : Esfuerzo permisible para la condición de prueba hidrostática en MPa.

$t_i$  : Espesor de pared del tanque para prueba hidrostática en mm.

**Tabla 2-2: Espesor de Plancha del Fondo del Tanque**<sup>4</sup>

Unidades SI				
Espesor nominal de plancha del primer anillo del cuerpo (mm)	Prueba de Esfuerzo Hidrostático en el del primer anillo del cuerpo (MPa)			
	≤ 190	≤ 210	≤ 230	≤ 250
t ≤ 19	6	6	7	9
19 < t ≤ 25	6	7	10	11
25 < t ≤ 32	6	9	12	14
32 < t ≤ 38	8	11	14	17
38 < t ≤ 45	9	13	16	19

### 2.2.2.4. Espesor del Techo del Tanque

API 650 sugiera que los tanques con diámetro menor a 12 m pueden ser de techos autoportados. De acuerdo a este estándar, estos techos deben permanecer en el siguiente rango de ángulo de inclinación:

<sup>4</sup> Tomado de la tabla 3-1 del estándar API 650

$$9.5^\circ \leq \theta < 37^\circ$$
$$2:12 \leq \text{pendiente} < 9:12$$

El espesor mínimo del techo debe ser mayor a 5 mm. Se considera la siguiente ecuación:

$$t_{tec} = \frac{D}{4.8 \times \text{Sen}(\theta)} \geq 5 \text{ mm} \dots (\text{Ec. 2.12})$$

Siendo:

$t_{tec}$ : Espesor mínimo del techo del tanque en mm.

$D$ : Diámetro nominal del tanque en m.

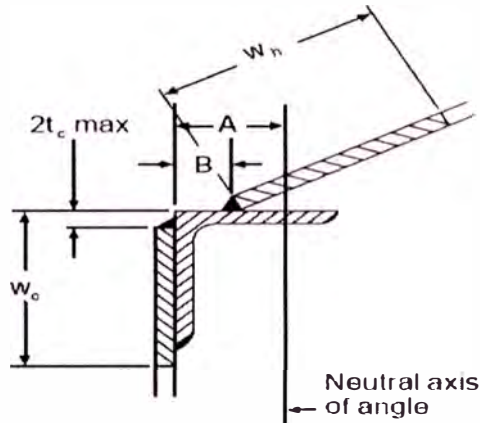
En caso que la carga muerta (CM) mas la carga viva (CV) excedan el valor de 2.2 kPa, se deberá adicionar el espesor del techo, tomando el siguiente factor:

$$\sqrt{\frac{CM + CV}{2.2 \text{ kPa}}} \dots (\text{Cte. 2.1})$$

Para hallar el esfuerzo sobre el techo, se debe considerar el área proyectada.

$$A_{proy} = \frac{\pi \times D^2}{4} \dots (\text{Ec. 2.13})$$

**Área mínima de compresión entre el anillo y el casco:** De acuerdo al apéndice F del estándar API 650, consideramos la siguiente configuración:



**Figura 2-20: Detalle "Tipo C" de Soldadura Cuerpo-Techo** <sup>5</sup>

Según 3.10.5.2, el área mínima de participación se halla de acuerdo

a:

$$A_{\min} \geq \frac{D^2}{0.432 \times \text{Sen}(\theta)} \dots (\text{Inec. 2.1})$$

Para calcular el área mínima, de acuerdo a la figura se tiene:

$$A_{\min} = w_c \times t_c + w_h \times t_h \text{ en } mm^2 \dots (\text{Éc. 2.14})$$

Siendo:

$t_c$  : Espesor de plancha en el casco en mm.

$t_h$  : Espesor de plancha en el techo en mm.

$w_c$  : Máximo ancho de participación en el casco en mm.

---

<sup>5</sup> Tomado de la figura F-2 del estándar API 650

- $w_h$  : Máximo ancho de participación en el techo en mm.  
 $R_C$  : Radio interior del tanque en mm  
 $R_2$  : Longitud de la normal del techo, medida desde el centro del tanque en mm

Donde:

$$w_c = 0.6 \times (R_c \times t_c)^{0.5} \dots (Ec. 2.15)$$

$$w_h = \min[0.3 \times (R_2 \times t_h)^{0.5}, 300] \dots (Ec. 2.16)$$

$$R_2 = \frac{R_c}{\text{Sen}(\theta)} \dots (Ec. 2.17)$$

#### 2.2.2.5. Anillo de Refuerzo por Viento

La fórmula para calcular la mínima sección del modulo requerido por el **anillo de refuerzo superior** es:

$$Z = \frac{D^2 \times H_2}{17} \dots (Ec. 2.18)$$

Siendo:

- $Z$  : Sección del modulo mínima requerida en  $\text{cm}^3$   
 $D$  : Diámetro nominal del tanque en m.  
 $H_2$  : Altura del casco del tanque en m (incluyendo el borde libre).

Esta ecuación se basa en la velocidad de viento de 160 km/h o 44.4 m/s. Para nuestro caso, la velocidad máxima de viento del lugar es 25 m/s en los últimos 5 años.

Para poder determinar si es necesario instalar un **anillo intermedio** en el tanque se tiene la siguiente fórmula:

$$H_1 = 9.47 \times t \times \sqrt{\left(\frac{t}{D}\right)^3} \dots (Ec. 2.19)$$

Siendo:

$H_1$  : Distancia vertical entre el anillo intermedio y superior en m.

$t$  : Espesor de plancha del casco en mm.

#### 2.2.2.6. Diseño por Sismo

Con la finalidad de garantizar la estabilidad del tanque, en el Anexo F del estándar API 650 se muestra una ecuación para el momento de volteo debido a las fuerzas sísmicas aplicadas en la base del tanque:

$$M = ZI \times (C_1 W_s X_s + C_1 W_r H_r + C_1 W_1 X_1 + C_2 W_2 X_2) \dots (Ec. 2.20)$$

Siendo:

$M$  : Momento de volteo aplicado sobre el fondo del casco, en N-m.

$Z$  : Factor de zona sísmica ver tabla 2-3.

**Tabla 2-3: Factor por Sismo<sup>6</sup>**

Factor Sísmico (De Figura E-1 u otra fuente)	Factor de Zona Sísmica (aceleración horizontal)
1	0.075
2A	0.15
2B	0.20
3	0.30
4	0.40

<sup>6</sup> Tomado de la tabla E-2 del estándar API 650

- $I$ : Factor de importancia, valor es 1. Para tanques de emergencia posterior a movimientos sísmicos el factor es de 1.25.
- $C_1, C_2$ : Coeficientes de fuerza sísmica de acuerdo a lateral.
- $W_s$ : Peso total del casco del tanque, en N.
- $X_s$ : Altura del centro de gravedad del casco, medido desde el fondo, en m.
- $W_r$ : Peso total del techo del tanque incluyendo cargas adicionales, en N.
- $H_t$ : Altura total del casco del tanque, en m.
- $W_1$ : Peso de la masa efectiva contenida en el tanque, que se mueve en el unísono con el caso del tanque, en N.
- $X_1$ : Altura del centroide de la fuerza sísmica lateral aplicada por  $W_1$ , medido desde el fondo del casco del tanque, en m
- $W_2$ : Peso de la masa efectiva contenida en el tanque, que se mueve con la primera onda, en N.
- $X_2$ : Altura del centroide de la fuerza sísmica lateral aplicada por  $W_2$ , medido desde el fondo del casco del tanque, en m.

También debemos tener en cuenta los siguientes parámetros:

- $W_T$ : Peso total del tanque contenido en libras.
- $D$ : Diámetro nominal del tanque en m.
- $H_T$ : Altura total del contenido del tanque en m.

- Para obtener  $C_2$ :

Si  $T \leq 4.5$ :

$$C_2 = \frac{0,75 \times S}{T} \dots (Ec. 2.21)$$

Si  $T > 4.5$ :

$$C_2 = \frac{3,375 \times S}{T^2} \dots (Ec. 2.22)$$

Donde:

$S$ : Coeficiente de lugar.

**Tabla 2-4: Coeficientes de Lugar<sup>7</sup>**

Tipo	Descripción	Factor S
$S_1$	Un perfil de suelo, ya sea con a) un material rocoso caracterizado por una velocidad de onda de corte superior a 760 m/seg (2500 pies/seg) o por cualquier otro medio adecuado de clasificación ó b) condiciones de suelo rígido o denso donde la profundidad del suelo es menos de 60 m (200 pies).	1.0
$S_2$	Un perfil de suelo con las condiciones de suelo rígido o denso donde la profundidad del suelo excede los 60 m (200 pies).	1.2
$S_3$	Un perfil de suelo de 12 m (40 pies) o más de profundidad conteniendo más de 6 m (20 pies) de arcilla blanda de medio tieso, pero la arcilla más de 12 m (40 pies) o suave.	1.5
$S_4$	Un perfil de suelo que contiene más de 12 m (40 pies) de arcilla blanda.	2.0

Nota: El sitio se establece a partir de datos geotécnicos debidamente fundamentados. En los lugares donde las propiedades del suelo no se conocen con suficiente detalle para determinar el tipo de perfil del suelo, el perfil del suelo  $S_3$  será utilizado. El perfil de suelo  $S_4$  no tiene que ser asumido a menos que el responsable de la construcción determine que el perfil del suelo  $S_4$  puede estar presente en el lugar o en el caso de que el perfil del suelo  $S_4$  se establezca por datos geotécnicos.

$T$ : Período natural de la primera onda, en s.

A su vez,  $T$  se define como

$$T = 1.81 \times k \times D^{0.5} \dots (Ec. 2.23)$$

Donde:

$D$ : Diámetro nominal del tanque en m.

En la siguiente gráfica se obtiene el valor del coeficiente  $k$ :

---

<sup>7</sup> Tomado de la tabla E-3 del estándar API 650



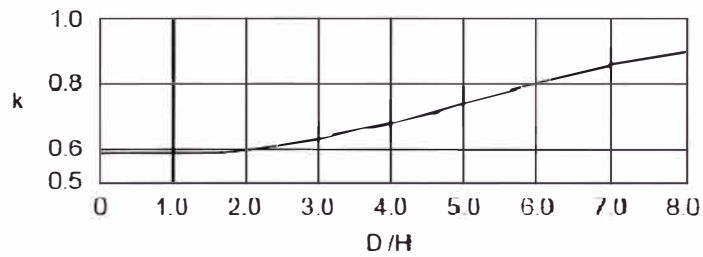


Figura 2-21: Factor  $k$ <sup>8</sup>

- Para obtener  $W_1$  y  $W_2$  :

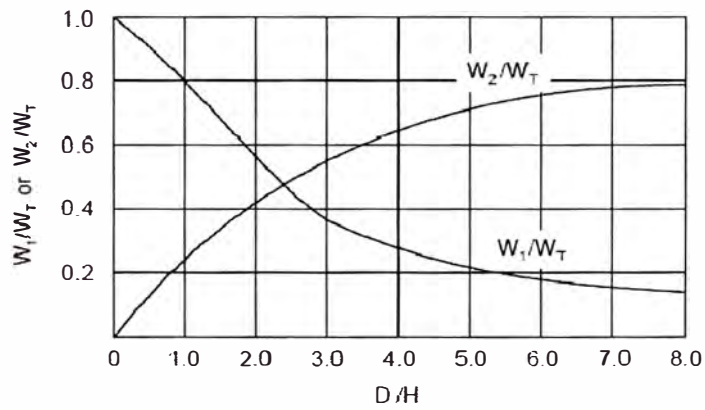


Figura 2-22: Masa Efectiva<sup>9</sup>

- Para obtener  $X_1$  y  $X_2$  :

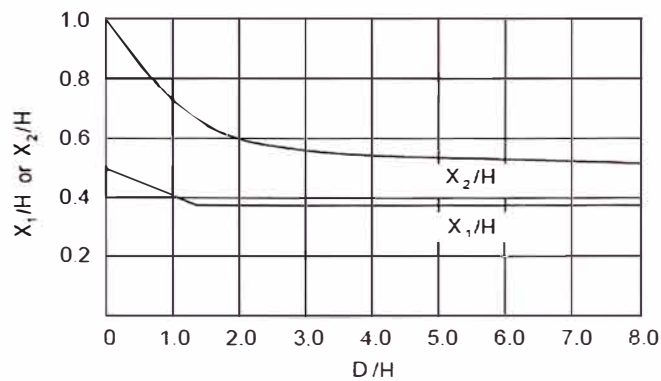


Figura 2-23: Fuerza Sísmica en Centroides<sup>10</sup>

<sup>8</sup> Tomado de la figura E-4 del estándar API 650

<sup>9</sup> Tomado de la figura E-2 del estándar API 650

- i. La máxima longitud de fuerza de compresión en el fondo del tanque está determinada por:

$$b = \frac{W_s}{\pi \times D} + \frac{1.273 \times M}{D^2} \dots (\text{Ec. 2.24})$$

Donde:

$b$  : Máxima longitud de fuerza de compresión en el fondo del tanque en N/m.

- ii. El máximo esfuerzo de compresión admisible en el casco está determinada por:

$$F_a = \frac{83 \times t}{2.5 \cdot D} + 7.5 \times \sqrt{G \times H} \dots (\text{Ec. 2.25})$$

Siempre y cuando  $GHD^2/t^2 < 44$

A su vez se debe cumplir:

$$b/(1000 \times t) < F_a < 0.5 \times F_{ty} \dots (\text{Des. 2.1})$$

Donde:

$t$  : Espesor del fondo del tanque, excluyendo la corrosión admisible en mm.

$F_a$  : Máximo esfuerzo de compresión admisible en el casco en MPa.

$F_{ty}$  : Esfuerzo mínimo de fluencia en MPa.

---

<sup>10</sup> Tomado de la figura E-3 del estándar API 650

- iii. Para el cálculo de pernos según API 650, el espaciamiento entre anclajes no debe ser mayor a 1.8 m, para tanques de diámetro menor a 15 m.

$$N_a = \frac{\pi \times D}{1.8} \dots (\text{Ec. 2.26})$$

Donde:

$N_a$  : Número de anclajes (cantidad exacta).

Por otro lado, para seleccionar el diámetro de los pernos se analiza el área requerida por cada perno mediante la siguiente ecuación:

$$A_p = \frac{F_c}{S_d \times N_a}$$
$$A_p = \frac{b \times \pi \times D}{S_d \times N_a} \dots (\text{Ec. 2.27})$$

Donde:

$A_p$  : Área unitaria del perno en  $\text{mm}^2$

$F_c$  : Fuerza circunferencial en N.

$S_d$  : Esfuerzo permisible del perno a temperatura de operación en MPa.

### 2.2.3. Sistema Contraincendios

En el sistema contra incendios se desarrollan bajo las consideraciones de los Reglamentos Nacionales y las normas NFPA.

### 2.2.3.1. Capacidad del sistema

Para definir la capacidad del sistema se manejan parámetros indicados en la norma y/o estándar empleado por el gobierno peruano.

La cantidad de agua requerida y el flujo máximo de demanda debe ser tanto para enfriamiento como para extinción del incendio mediante espuma.

De acuerdo al DS 052-93, para almacenamiento de combustibles líquidos según el sistema a instalar, tenemos los siguientes parámetros de diseño:

#### A. Sistemas Fijos:

Densidad de espuma: Mín. 0.10 gpm/pie<sup>2</sup> de área de espejo de líquido.

Tiempo para espuma: 30 min de abastecimiento

Densidad de agua para enfriamiento: Mín. 0.15 gpm/pie<sup>2</sup> de área lateral de tanque. <sup>11</sup>

Tiempo de agua de enfriamiento: 2 horas de abastecimiento

NOTA: Para tanques menores de 24 metros de diámetro sólo se requiere una cámara de descarga de espuma. <sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> Indicado en NFPA 15.

<sup>12</sup> Según Art. 92 del DS 052-93.

B. Sistemas Móviles:

Densidad de espuma: Mín. 0.16 gpm/pie<sup>2</sup> de área de espejo de líquido.

Tiempo para espuma: 50 min de abastecimiento

Densidad de agua para enfriamiento: Mín. 0.20 gpm/pie<sup>2</sup> de área lateral de tanque

Tiempo de agua de enfriamiento: 2 horas de abastecimiento

C. Protección Secundaria:

Este sistema es complementario al principal y es indicado en NFPA 11.

Extinción: 1 manguera de 50 gpm por 10 minutos.

Para calcular áreas de aplicación de agua en los tanques, tenemos las siguientes ecuaciones:

i. Enfriamiento:

$$A_L = \pi \times D \dots (Ec. 2.28)$$

Siendo:

$A_L$  : Área lateral del casco tanque en ft<sup>2</sup>

$D$  : Diámetro nominal del tanque en ft.

ii. Extinción:

$$A_{EF} = \frac{\pi \times D^2}{4} \dots (Ec. 2.29)$$

Siendo:

$A_{EF}$  : Área de espejo del fluido en  $ft^2$

### 2.2.3.2. Diámetro Efectivo del Fuego

Este parámetro nos sirve para ubicar dos tanques adyacentes considerando la incidencia del fuego, la siguiente ecuación nos permite obtener este valor:

$$\frac{D_w}{D} = 1.25 \times \left( \frac{U^2}{g \times D} \right)^{0.069} \times \left( \frac{\rho_v}{\rho_a} \right)^{0.48} \dots (Ec. 2.30)$$

Siendo:

$D_w$ : Diámetro efectivo en presencia del viento en m

$D$  : Diámetro nominal del tanque en m.

$U$ : Velocidad del viento en m/s.

$g$  : Aceleración de la gravedad en  $m/s^2$ .

$\rho_v$  : Densidad del vapor en  $kg/m^3$ .

$\rho_a$  : Densidad del aire en  $kg/m^3$ .

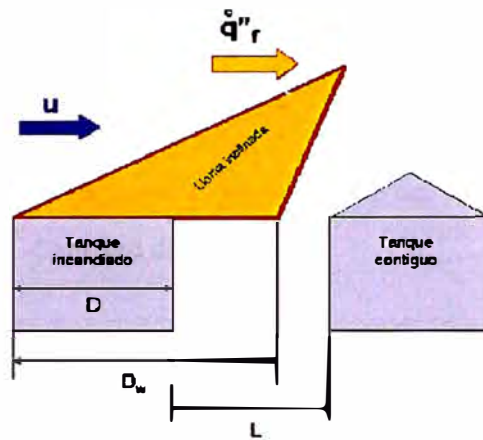


Figura 2-24: Diámetro Efectivo de Llama

El espacio para ubicar un tanque adyacente considerando la velocidad de viento y el diámetro efectivo, se halla mediante:

$$L_{AD} = D_w - D \dots (Ec. 2.31)$$

### 2.2.3.3. Rociadores

Para distribuir de rociadores en el anillo se tiene en cuenta el ángulo que forma el cono. A su vez, NFPA 15 indica que el espaciamiento máximo entre rociadores debe ser 15 pies.

$$NR_{\min} = \frac{\pi \times D_{AN}}{15} \dots (Ec. 2.32)$$

Siendo:

$NR_{\min}$  : Cantidad mínima de rociadores.

$D_{AN}$  : Diámetro del anillo en pies.

El espaciamiento entre los rociadores se obtiene por:

$$ER = \frac{\pi \times D_{AN}}{NR} \dots (Ec. 2.33)$$

Siendo:

$ER$ : Espaciamiento entre rociadores.

$NR$ : Cantidad de rociadores.

El caudal mínimo que debe descargar cada rociador es:

$$Q_R = \frac{Q_{TK}}{NR} \dots (Ec. 2.34)$$

Siendo:

$Q_R$ : Caudal para cada rociador en gpm.

$Q_{TK}$ : Caudal de aplicación en el tanque en gpm.

#### 2.2.3.4. Diseño Hidráulico

Una vez determinado el caudal requerido para los tanques y los equipos de aplicación directa se realiza el análisis hidráulico.

En el diseño debemos calcular dentro del escenario más crítico. El método utilizado es mediante el análisis de nodos para lograr el balance hidráulico en cada punto.

Para fines de cálculo, la solución acuosa de espuma puede ser considerada como agua.



Como criterio de diseño la velocidad promedio está en el rango de 1 a 5 m/s (límite último 7.5 m/s). Para dimensionar el diámetro de tuberías tenemos:

$$ID = \sqrt{\frac{0.4085 \times Q}{V}} \quad \dots (Ec. 2.35)$$

Siendo:

$ID$  : Diámetro interior de tubería en pulgadas.

$Q$  : Flujo volumétrico en gpm

$V$  : Velocidad promedio en ft/s.

Antes de iniciar, realizamos la distribución de tuberías para así tener la longitud y cantidad de accesorios por cada tramo a analizar.

#### A. Pérdidas por Fricción

Las pérdidas por fricción se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$P_f = L_{eq} \times p \quad \dots (Ec. 2.36)$$

Siendo:

$P_f$  : Presión por pérdidas por fricción en psi.

$L_{eq}$  : Longitud equivalente en ft.

$p$  : Factor de pérdidas primarias en psi/pies.

Para obtener el factor de **pérdidas primarias** usamos la ecuación base de Hazzen-Williams.

$$P = \frac{452 \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D_i^{4.87}} \dots (Ec. 2.37)$$

Siendo:

$Q$ : Flujo volumétrico en gpm

$C$ : Coeficiente de Hazzen-Williams ver tabla 2-5.

$D_i$ : Diámetro interior de tubería en el tramo indicado en pulgadas.

**Tabla 2-5: Valor C de Hazen- Williams**

Material Tubería	Valor C
Hierro fundido	100
Acero galvanizado (todos)	120
Plásticos (listados)-enterrados	150
Cemento o hierro dúctil	140
Cobre o Acero Inoxidable	150

Para las **pérdidas locales o secundarias** empleamos la siguiente tabla de longitudes equivalentes:

**Tabla 2-6: Longitud Equivalente de Accesorios y Válvulas**<sup>13</sup>

NPS	Codo 45°	Codo Estándar 90°	Codo Radio Largo 90°	Tee (Cambio dirección)	Válvula de Compuerta	Anti-retorno
	C45	C90	CRL	T	VC	
3/4"	1	2	1	4	-	4
1"	1	2	2	5	-	5
1 1/4"	1	3	2	6	-	7
1 1/2"	2	4	2	8	-	9
2"	2	5	3	10	1	11
2 1/2"	3	6	4	12	1	14
3"	3	7	5	15	1	16
3 1/2"	3	8	5	17	1	19
4"	4	10	6	20	2	22
5"	5	12	8	25	2	27
6"	7	14	9	30	3	32
8"	9	18	13	35	4	45
10"	11	22	16	50	5	55
12"	13	27	18	60	6	65

<sup>13</sup> Tomado de Tabla 8.5.2.1 de NFPA 15. Valores indicados en pies.

Para los rociadores y cámara de descarga se utiliza la siguiente ecuación para obtener el factor K.

$$Q = k \times \sqrt{P_n} \dots (Ec. 2.38)$$

Siendo:

$Q$  : Flujo volumétrico en gpm

$k$  : Factor de pérdidas secundarias en gpm/psi<sup>0.5</sup>

$P_i$  : Presión normal en psi

Los fabricantes normalmente proporcionan el factor K para los rociadores (Ver anexo 5).

#### B. Presión de Velocidad

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P_v = \frac{0.001123 \times Q^2}{D_i^4} \dots (Ec. 2.39)$$

Siendo:

$P_v$  : Presión de velocidad en psi.

$Q$  : Flujo volumétrico en gpm

$D_i$  : Diámetro interior de tubería en el tramo indicado en pulgadas.

C. Presión Normal o Manométrica

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P_n = P_t - P_v \dots(\text{Ec. 2.40})$$

Siendo:

$P_n$  : Presión normal o manométrica en psi.

$P_t$  : Presión total en psi.

D. Presión Total

Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$P_{t2} = P_n + P_e + P_v + P_f \dots(\text{Ec. 2.41})$$

Siendo:

$P_{t2}$  : Presión total en punto 2 en psi.

$P_e$  : Presión de elevación (geodésica) en psi.

NOTA: Para facilidad de cálculo, NFPA 15 considera la presión de velocidad igual a 0, cuando esta tenga un valor menor al 5% de la presión total.

## **CAPITULO III**

### **DESCRIPCIÓN DEL PROCESO**

#### **3.1 GENERALIDADES**

El combustible D-2, que abastece a los camiones volquetes y otros equipos pesados es transportado mediante un convoy de ferrocarriles desde el puerto de Ilo hasta la unidad minera; además de combustible, el convoy transporta carros de carga de mineral, vagones de ácido sulfúrico y otras cargas. La cantidad de combustible enviada diariamente es aleatorio, tiene un rango entre los 30,000 y 80,000 galones. Una vez en la zona denominada “Estación de Descarga Pase T-1”, los vagones destinados a descargar el combustible son estacionados en una espuela adyacente a la vía férrea de tal manera que los brazos de descarga tipo *bottom loading* tengan el alcance necesario para enganchar el adaptador y así proceder a la descarga.



**Figura 3-1: Sistema de Almacenamiento Antiguo**



**Figura 3-2: Estacionamiento de Vagones**

### **3.2 ESQUEMA DEL PROCESO ANTERIOR**

El patio de tanques de combustible consta de dos tanques metálicos verticales para almacenamiento con techo cónico, los cuales tienen diferentes capacidades uno de 171,668 galones y otro de 171,242 galones, ubicados dentro de una zona estanca o cubeto de contención en común.



**Figura 3-3: Tanques Instalados**

El sistema de bombeo anterior constaba de tubería enterrada de acero, con tramos de HDPE de 4 pulgadas de diámetro en la succión de la bomba y tubería de acero de 3 pulgadas de diámetro en la descarga de la bomba. A su vez, dentro de una caseta se encontraba instalada una moto-bomba de 10 hp de potencia eléctrica con una capacidad de 100 gpm. En la siguiente figura, se muestra la tubería de succión que ingresa a la caseta de bombeo (parte superior izquierda).



**Figura 3-4: Sistema Inicial**

El fluido es transportado por una tubería hacia los dos tanques mencionados anteriormente, el cual ingresa por la parte superior (techo), para así evitar el retorno del combustible y la utilización de una válvula antirretorno. En el interior del tanque, la tubería de ingreso de combustible se proyecta hasta el fondo del tanque para descargar el fluido de manera horizontal mediante agujeros a lo largo de la terminación de esta tubería.



**Figura 3-5: Tubería de Ingreso a tanque**

Desde estos tanques se realiza el traspase del combustible hacia el tanque auxiliar de mantenimiento de la estación de servicio N° 1 con capacidad de 12,000 galones, la que distribuye a las unidades móviles como volquetes, camiones cisterna, entre otros. El grifo móvil en mención se ubica a una distancia aproximada de 300 metros de la ubicación de los tanques de almacenamiento de combustible.





**Figura 3-6: Tanque de 12,000 galones**

### **3.3 UBICACIÓN DEL SISTEMA**

Este patio ocupa todo el desnivel de la zona 3222 msnm, dentro de sus límites se encuentran: Por el Norte, la mina de tajo abierto u “open pit” a unos 500 metros; por el Sur se encuentran las oficinas de Operaciones Mina; por el Este se ubica la estación de descarga de combustible hacia los tanques de combustible en el mismo nivel a unos 30 m y por el Oeste, delimita con un cerro aledaño. Actualmente esta estación de descarga se ubica fuera del área de minado (proyectada hasta el año 2035).

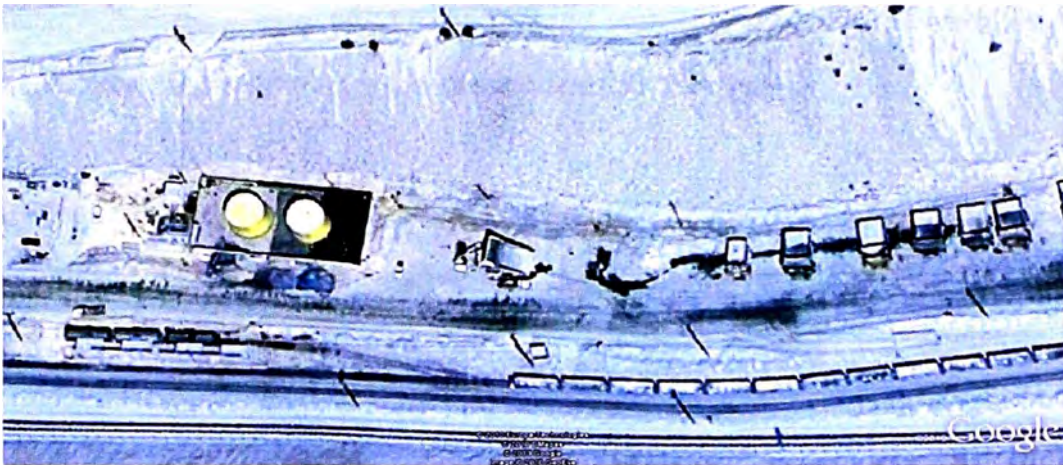


Figura 3-7: Ubicación Estación de Descarga Pase T-1

### 3.4 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Para la primera fase del proyecto, se realiza las evaluaciones necesarias para optimizar el sistema de descarga debido a la **demora en la descarga de combustible**, el operador solo puede descargar un tanque de 20,000 galones en 3.5 horas.

En la segunda fase, la **escasa capacidad de combustible almacenado** debido a la ampliación de la mina a 100 mil toneladas métricas por día de material chancado, para ello es necesario elevar el nivel de inventario de combustible por la llegada de nuevos volquetes para acarreo de material minado.

Por otro lado, esta zona de almacenamiento de combustible no cuenta con todos los requerimientos gubernamentales propias de una instalación de almacenamiento de combustibles líquidos de acuerdo los reglamentos

estipulados para este fin. **La capacidad del sistema contraincendios actual es insuficiente** para las dimensiones de los tanques.

El Estudio de Riesgo indica que esta la zona de descarga alcanza un riesgo moderado, como se muestra en azul en la siguiente tabla:

**Tabla 3-1: Cuadro de Riesgos <sup>14</sup>**

	PROBABILIDAD	SEVERIDAD	RIESGO
Derrame	REMOTO	MARGINAL	BAJO
Explosión /incendio	REMOTO	CRITICO	MODERADO
Contaminación del producto	REMOTO	MARGINAL	BAJO

### 3.5 REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE

A solicitud del usuario se debe mejorar el sistema de descarga para almacenar 80,000 galones de combustible en 3 horas. Este sistema deberá descargar 4 vagones simultáneo.

A su vez, el usuario Logístico dentro de sus procedimientos de trabajo requiere una autonomía de combustible por un periodo mayor a 14 días calendario ante cualquier eventualidad, es decir, en caso la unidad minera no sea abastecida de combustible por un lapso el usuario podrá seguir entregando el combustible por el periodo indicado. Lo cual es un tema de

---

<sup>14</sup> Tomado del Estudio de Riesgos elaborados por una empresa externa.

nivel de seguridad en el “stock” de combustible para no comprometer la operación y generar pérdidas económicas por parada en la producción.

Para evaluar la cantidad necesaria de combustible adicional para almacenar, el usuario presenta las cantidades de consumo ponderado <sup>15</sup> de combustible de 715 galones /día. Esta evaluación se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 3-2: Cuadro de Consumo de Diesel 2**

<b>Escenarios</b>	<b>Consumo total ponderado (gal /día)</b>	<b>Capacidad (galones)</b>	<b>Días de Autonomía</b>
Año 2009	30,030.00	342,910.00	11.42
Año 2010	37,895.00	342,910.00	9.05
Año 2010 <sup>16</sup>	37,895.00	542,910.00	14.33

Bajo los resultados anteriores, el usuario sustenta aumentar la capacidad en 200,000 galones de combustible.

---

<sup>15</sup> Considera un valor ponderado por los diferentes modelos de volquetes que existe en la mina.

<sup>16</sup> Incluyendo el tanque adicional.

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO DEL SISTEMA**

#### **4.1 SISTEMA PROPUESTO**

Para el diseño del sistema nos basaremos en las buenas prácticas de ingeniería y las normas y/o estándares establecidas por entidades involucradas en las prácticas de ingeniería. En el desarrollo del proyecto se trabaja en conjunto con el usuario para conocer sus requerimientos y/o necesidades, para poder desarrollar el proyecto y así obtener la satisfacción del cliente. Por ello, se ha planteado lo siguiente:

##### **4.1.1. Descarga de Combustible**

Se implementará un sistema de descarga por bombeo de una capacidad de 450 gpm, con 4 brazos de descarga de combustible en simultáneo; el motor eléctrico tendrá arranque y parada automática, enclavados por el nivel en los tanques de almacenamiento. Es sistema constará de una bomba adicional en stand-by y de válvulas de aislamiento tipo mariposa. El cuarto de bombas será ubicado por debajo del nivel de terreno natural para aprovechar la diferencia de alturas y tener una succión positiva.

#### **4.1.2. Almacenamiento de Combustible**

Conforme a los requerimientos ya mencionados, se considera la construcción de un nuevo tanque de almacenamiento de 200,000 galones de D-2, haciendo una capacidad total de 542,910 galones. El tanque contará con un filtro respirador en su parte superior, indicadores de nivel, ingreso de hombre y boquillas. Además, el tanque será de techo cónico autosoportado.

#### **4.1.3. Sistema Contraincendios**

Para la protección contra incendios se propone la implementación de sistemas fijos, con rociadores para el enfriamiento del tanque y cámaras de espuma en todos los tanques. Este sistema permanecerá presurizado por una bomba jockey de bajo caudal. La unidad contra incendios es accionada automáticamente por una señal de caída de presión emitida por el controlador de la bomba jockey, posterior a ello, la bomba principal iniciará su operación. Ver la descripción del funcionamiento del sistema en el anexo 6.

##### **4.1.3.1. Máximo riesgo en la Zona**

El Estudio de Riesgo concluye que el máximo riesgo se presenta en la ubicación de los tanques DT21-2 y DT21-3, debido a que se encuentran instalados cerca uno del otro y en caso ocurriera un incendio en uno de los tanques mencionados, ambos tanques se verían afectados.

#### 4.1.3.2. Filosofía de Protección Contra incendios

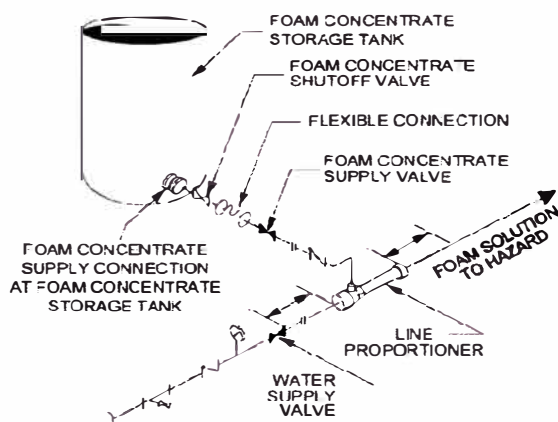
La siguiente filosofía forma parte del Estudio de Riesgos presentado por una empresa externa:

“Para el estimado de caudal total requerido se debe tomar en cuenta que la cercanía de un tanque respecto del otro, según la distribución de tanques propuesta, el segundo tanque debe enfriarse por el efecto de calor radiante generado por el primero. Pero el calor generado por el primero es tal que puede incendiar al segundo cuando se tiene el viento en contra, por lo que se considerara una descarga de extinción por espuma para el segundo tanque.

A pasar del viento en contra la llama y el calor radiante de cualquiera de los tanques continuos siniestrados no lograr afectar la estructura de un tercer tanque (nuevo). Lo que resulta que el mayor consumo de agua se da con descargar un anillo de enfriamiento en el tanque adyacente no afectado por el fuego y aplicación de espuma en dos tanques continuos (tanque-1 y tanque-2) por ser de mayor volumen”.

#### 4.1.3.3. Solución de Espuma

La siguiente figura muestra la instalación del sistema de abastecimiento de solución de espuma para los 3 tanques.



**Figura 4-1: Sistema de Espuma**

#### 4.1.3.4. Anillo con Rociadores

La presión mínima de operación de los rociadores será de 35 psi. El anillo con rociadores será instalado a 0.6 m por debajo de la parte superior del casco del tanques.

## 4.2 DEL SISTEMA DE BOMBEO DE COMBUSTIBLE

### 4.2.1. Parámetros de Diseño

Consideramos los siguientes parámetros:

Fluido	Diesel 2 (D-2)	
Gravedad específica (GE)	0.89	
Temperatura del fluido		
min	8	°C
max	15	°C
Viscosidad @ Tmin		
min	42	SSU
max	67	SSU
Nivel de PH	7	
Presión de vapor @ Tmin	0.00	psia
Abrasividad (No/Baja/Media/Alta)	No	
% sólidos	1	%
Diámetro máximo de solidos	0.001	mm



Los datos de operación son:

Caudal requerido		
mínimo	400	gpm
normal	430	gpm
máximo	450	gpm
Altura de operación	3200	ms nm
Presión barométrica	9.61	psia

De acuerdo a las condiciones del lugar el esquema planteado del sistema presenta los siguientes valores:

Lado de Succión

Tipo de succión (Positiva/Negativa)	Positiva	
Altura de succión estática		
mínima	9.84	ft
máxima	18.24	ft
Tanque presurizado? (Si/No)	NO	
En caso afirmativo, Presion	-	psi

Lado de Descarga

Altura de descarga estática		
mínima	-	ft
máxima	41.00	ft
Tanque presurizado? (Si/No)	NO	
En caso afirmativo, Presion	-	psi

**NOTA: Datum en el eje de la bomba.**

#### 4.2.2. Cálculo de Pérdidas por Fricción

De acuerdo al rango de velocidades presentada en 2.2.1, como primera iteración consideramos los diámetros de tuberías de 6" y 4", para la línea principal y ramales respectivamente, a su vez, asumimos una tubería de cédula 40 de acero al carbono.

Tubería de succión		
NPS (in)	6	4
Long. (ft)	197.32	3.28
Tubería de descarga		
NPS (in)	6	4
Long. (ft)	154.1	92.17

Considerando los parámetros anteriores y viscosidad de 100 SSU, ingresamos a las tablas del anexo 3:

**Tabla 4-1: Factor de Pérdidas Primarias<sup>17</sup>**

Caudal (gpm)	Diámetro Nominal (pulg)	
	6	4
450	0.01	0.073
120	-	0.0072

Hallamos las pérdidas por fricción primarias:

**Tabla 4-2: Valores de Pérdidas Primarias**

Diámetro Nominal (pulg)	Longitud (pies)	Pérdidas por fricción (psi)
Línea de Succión		
4	32.28	0.023
6	197.32	1.973
Línea de Descarga		
4	92.17	6.728
6	194.51	1.541

De acuerdo a la tabla anterior, se obtiene el valor de 10.27 psi de pérdidas primarias por fricción.

---

<sup>17</sup> Valores expresados en psi/pies

En el anexo 4, obtenemos los valores de Ft.

**Tabla 4-3: Factor de Pérdidas por Accesorios**

<b>Diámetro Nominal (pulg)</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>Factor (Ft)</b>	0.015	0.017

Empleamos Ec. 2.3 para obtener las pérdidas por accesorios y sumar las pérdidas por equipos y válvulas indicadas como  $\Delta P^{18}$  en las siguientes tablas.

A continuación se muestra los valores que resultan por pérdidas secundarias:

1. En el lado de la succión

**Tabla 4-4: Pérdidas Secundarias en la Succión**

<b>Accesorios</b>	<b>Dia.</b>	<b>Cant.</b>	<b>Ft</b>	<b>K</b>	<b><math>\Delta P</math></b>
		unid			psi
Acople	4"	1	-	-	1.47
Brazo des.	4"	1	-	-	0.30
Tee branch	6"-4"	1	60	0.9	-
Tee straight	6"	3	20	0.9	-
Codo 90°	6"	3	14	0.63	-
Strainer	6"	1	-	-	0.52
V. mariposa	6"	1	-	-	0.07

Se obtiene 2.71 psi de pérdidas secundarias en la succión.

---

<sup>18</sup>  $\Delta P$ : Caída o diferencial de presión.

2. En el lado de la descarga

**Tabla 4-5: Pérdidas Secundarias en la Descarga**

Accesorios	Dia.	Cant.	Ft	K	$\Delta P$
		unid			psi
V. mariposa	6"	1	-	-	0.071
V. check	6"	1	-	-	0.47
Codo 90°	6"	7	14	1.47	-
Tee branch	6"	2	60	1.8	-
Eliminador	6"	1	-	-	0.5
Tee straight	6"	2	20	0.6	-
Red. 6x4	6"	3	0.38	0.02	-
V. mariposa	4"	3	-	-	1.29
Contómetro	4"	1	-	-	10
Amp. 4x6	4"	2	0.13	0.00	-
Codo 45°	6"	4	5.8	0.349	-
Codo 90°	4"	4	14	0.952	-
Codo 45°	4"	2	5.8	0.198	-

Se obtiene 13.77 psi de pérdidas secundarias en la descarga.

Finalmente, el valor de pérdidas por fricción es de **26.75 psi**.

#### 4.2.3. Selección de Bomba

De acuerdo a los valores:

$$P_1 = P_2 = 0$$

$$V_1 = V_2 = 0$$

$$Z_1 = 9.48 \text{ pies.}$$

$$Z_2 = 41.0 \text{ pies}$$

$$\sum (h_F - h_S)_{1-2} = 26.75 \text{ psi.}$$

En Ec. 2.4 reemplazando los valores calculados.

$$ADT = 0 + 0 + (41.0 - 9.48) \times \frac{SG}{2.31} + 26.75 \text{ en psi}$$

$$SG = 0.89$$

$$ADT = 0 + 0 + (41.0 - 9.48) \times \frac{0.89}{2.31} + 26.75$$

$$ADT = 38.89 \text{ psi}$$

Reemplazando en Ec. 2.5:

$$P_H = \frac{38.89 \times 450}{1715}$$

$$P_H = 10.2 \text{ hp}$$

Considerando una eficiencia del 60% y reemplazando en Ec. 2.6 obtenemos la potencia al freno:

$$BHP = \frac{10.2}{0.6}$$

$$BHP = 17 \text{ hp}$$

Por lo tanto, se selecciona una bomba con un motor eléctrico de 20 hp.

#### 4.2.4. Espesor de Tuberías

Evaluamos en la zona cercana de la bomba, bajo los siguientes valores:

$$P = 38.62 \text{ psi}$$

$$D = 6.5 \text{ pulgadas}$$

$$S = 30,000 \text{ psi}$$

$$E = 0.85$$

$$Y = 0.4$$

$$c = 0.06 \text{ pulgadas}$$

$$m = 0.06 \text{ pulgadas.}$$

Reemplazando en Ec. 2.7:

$$t = \frac{38.62 \times 6.5}{2 \times (30000 \times 0.85 + 38.62 \times 0.4)} + 0.06 + 0.06$$

$$t = 0.125 \text{ pulgadas.}$$

Se comprueba que la cédula 40 (comercial) es suficiente para soportar la presión de operación del sistema.

### 4.3 DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

#### 4.3.1. Parámetros de Diseño

Tomando en consideración los siguientes datos para iniciar el diseño del tanque:

Fluido	Combustible Diesel 2.
Gravedad específica (G)	0.89
Diámetro nominal (D):	10.5 m
Altura máxima (H)	9.2 m
Altura casco tanque (H <sub>t</sub> )	9.6 m
Corrosion Admisible (CA)	2 mm

Material de plancha	ASTM A 36
Esfuerzo de diseño ( $S_d$ )	160 MPa
Esfuerzo de prueba hidrostática ( $S_t$ )	171 MPa
Esfuerzo mínimo de fluencia ( $F_{ly}$ )	250 MPa

Los valores de esfuerzos indicados según tabla 3.2 del estándar API 650.

### **Ubicación del Tanque**

En la siguiente tabla se muestra las dimensiones de los 2 tanques existentes y el tanque nuevo ubicados en la zona.

**Tabla 4-6: Dimensiones de Tanques de Combustible**

Tanques	Capacidad (gal)	Diámetro (m)	Altura (m)
DT21-2 (E)	171,6680.00	10.73	7.2
DT21-3 (E)	171,242.00	10.73	7.2
DT200-1 (N)	200,000.00	10.50	9.6

De acuerdo a la tabla 2-1:

$$\eta=6$$

Reemplazando en Ec. 2.8:

$$L_{\min} = \frac{10.73 + 10.5}{6}$$

$$L_{\min} = 3.54 \text{ m}$$

Conforme a la normatividad se debe considerar una separación mínima entre las caras exteriores de los tanques de 3.54 metros.

### **Ingreso de Hombre (Manhole)**

De acuerdo a los parámetros de diseño ( $H = 9.5$  m), ingresamos a la tabla 3-3 del anexo 7.

Consideramos  $H = 9.8$  m y una ingreso de hombre de 600 mm (24").

En la misma tabla obtenemos los valores de espesores mínimos para:

$$t_c = 11 \text{ mm}$$

$$t_f = 8 \text{ mm}$$

Luego en la tabla 3-4 del anexo 7, el espesor mínimo de pared en la abertura es de:

$$t_n = 6 \text{ mm}$$

Para hallar los diámetros de la tapa de ingreso del hombre vemos la tabla 3-5 del anexo 7:

$$D_c = 820 \text{ mm}$$

$$D_b = 756 \text{ mm}$$

En la tabla 3-6 del anexo 7, encontramos la cantidad y diámetro de pernos:



Cantidad = 28 unidades.

Diámetro de pernos = 20 mm.

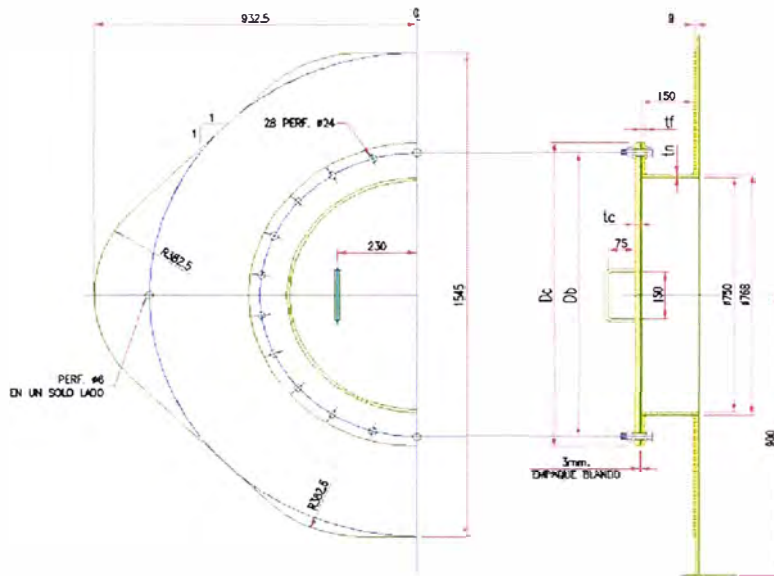


Figura 4-2: Ingreso de Hombre

#### 4.3.2. Espesor de la Pared del Tanque

De acuerdo a Ec. 2.9:

$$t_d = \frac{4.9 \times 10.5 \times (9.5 - 0.3) \times 1}{160} + 2$$

$$t_d = 4.86 \text{ mm}$$

NOTA: Se considera la gravedad específica (G) igual a 1, ya que la prueba hidrostática se realiza con agua.

Se utilizará plancha de 6 mm de espesor para el cuerpo.

#### 4.3.3. Espesor del Fondo del Tanque

Reemplazando en Ec. 2.10:

$$S_i = \frac{4.9 \times 10.5 \times (9.2 - 0.3)}{4.86 - 2}$$

$$S_i = 160.1 \text{ MPa}$$

De acuerdo a la tabla 2-2, como el espesor del primer anillo es de 6 mm y el esfuerzo de prueba hidrostática es de 160 MPa.

Tenemos espesor de plancha de fondo:  $t_f = 6$  mm. Reemplazando en Ec. 2.11:

$$t_d = 6 + 2$$

$$t_d = 8 \text{ mm}$$

Por lo tanto, se colocará una plancha de 8 mm en el fondo del tanque.

#### 4.3.4. Espesor del Techo del Tanque

Para el techo de un tanque autosoportado, según Ec. 2.12:

$$D = 10.5 \text{ m}$$

$$\theta = 15^\circ$$

$$t_{iec} = \frac{10.5}{4.8 \times \text{Sen}(15)} = 8.45 \text{ mm}$$

Teniendo en cuenta los siguientes valores de carga:

Cargas Muertas:

Peso de techo	=	60.28 kN
Peso accesorios	=	0.68 kN
Peso de barandas	=	5.86 kN

Cargas Vivas:

Carga por nieve	=	0 kN
Carga por polvo	=	0 kN
Carga por personas	=	2.67 kN

Siendo: Carga Total = Carga Muerta + Carga Viva

Carga total	=	69.49 kN
-------------	---	----------

Para calcular el área proyectada reemplazamos en Ec. 2.13:

$$A_{\text{proy}} = \frac{\pi \times 10.5^2}{4}$$

$$A_{\text{proy}} = 86.6 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, el esfuerzo sobre el techo es de **0.8 kPa**.

Para el cálculo del área mínima de acuerdo a Inec. 2.1:

$$A_{\text{min}} \geq \frac{10.5^2}{0.432 \times \text{Sen}(15^\circ)}$$

$$A_{\text{min}} \geq 986 \text{ mm}^2$$

Teniendo los valores:

$$R_c = 5250 \text{ mm}$$

$$t_c = 6 \text{ mm}$$

$$t_h = 9 \text{ mm}$$

En Ec. 2.17:

$$R_2 = \frac{5250}{\text{Sen}(15)}$$

$$R_2 = 20,284.4 \text{ mm}$$

En Ec. 2.15:

$$w_c = \min(0.6 \times (20,284.44 \times 6)^{0.5}, 300)$$

$$w_c = 209.32 \text{ mm}$$

En Ec. 2.16:

$$w_h = 0.3 \times \left( \frac{5250 \times 9}{\text{Sen}(15)} \right)^{0.5}$$

$$w_h = 128.18 \text{ mm}$$

Calculando de acuerdo a Ec. 2.14:

$$A_{\min} = 209.32 \times 6 + 128.18 \times 9$$

$$A_{\min} = 2,409.54 \text{ mm}^2$$

El resultado de Ec. 2.14 es adecuado conforme a lo indicado en Inec. 2.1.

#### 4.3.5. Anillo de Refuerzo

##### 4.3.5.1. Anillo Superior

Utilizando una velocidad de viento máxima 44.4 m/s (seguridad) reemplazamos en Ec. 2.18:

$$Z = \frac{10.5^2 \times 9.6}{17}$$

$$Z = 62.26 \text{ cm}^3$$

Consultando al Steel Construction Manual del AISC, es necesario un anillo de coronamiento de un ángulo de 4"x4"x5/8".

##### 4.3.5.2. Anillo Intermedio

Para evaluar la necesidad de un anillo intermedio reemplazamos en Ec. 2.19:

$$H_1 = 9.47 \times 6 \times \sqrt{\left(\frac{6}{10.5}\right)^3}$$

$$H_1 = 24.54 \text{ m}$$

El valor obtenido nos indica que el tanque no requiere un anillo intermedio, debido a que la altura obtenida es mayor a la altura del tanque diseñado.

#### 4.3.6. Diseño por Sismo

Reemplazando valores.

$$Z = 0.4$$

$$I = 1$$

$$C_1 = 0.6$$

Para el cálculo de  $C_2$  :

$$S_1 = 1$$

Considerando los parámetros indicados en 4.3.1:

$$D/H = 1.14$$

De la figura 2-21, tenemos:

$$k = 0.58$$

Reemplazamos en Ec. 2. 23:

$$T = 0.58 \times 10.5^{0.5}$$

$$T = 1.83$$

Utilizamos Ec. 2.21:

$$C_2 = \frac{0.75 \times 1}{1.83}$$

$$C_2 = 0.41$$

$$W_s = 163,300.0 \text{ N}$$

$$X_s = 4.67 \text{ m}$$

$$W_r = 69,490.0 \text{ N}$$

$$H_t = 9.6 \text{ m}$$

De la figura 2-22, tenemos:

$$\frac{W_1}{W_T} = 0.8$$

$$\frac{W_2}{W_T} = 0.25$$

Siendo

$$W_T = V_F \times \rho_F \times 9.81 \text{ N}$$

$$W_T = \frac{\pi}{4} \times 10.5^2 \times 9.6 \times 1000 \times 9.81 \text{ N}$$

$$W_T = 8'154,713.7 \text{ N}$$

Por lo tanto:

$$W_1 = 2'038,678.4 \text{ N.}$$

$$W_2 = 6'523,771.0 \text{ N.}$$

De la figura 2-23, tenemos:

$$\frac{X_1}{H} = 0.4$$

$$\frac{X_2}{H} = 0.7$$

Siendo

$$H = 9.2 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$X_1 = 3.68 \text{ m}$$

$$X_2 = 6.44 \text{ m.}$$

Reemplazando los valores en Ec. 2.20:

$$M = 0.4 \times 1 \times \left( \begin{array}{l} 0.6 \times 163,300.0 \times 4.67 + 0.6 \times 69,490 \times 9.6 + \\ 0.6 \times 2'038,678.4 \times 3.68 + 0.41 \times 6'523,771.0 \times 6.44 \end{array} \right)$$

$$M = 9'033,838.3 \text{ N-m.}$$

- i. Máxima longitud de fuerza de compresión en el fondo del tanque:

Reemplazando en Ec. 2.24

$$b = \frac{163,300.0}{\pi \times 10.5} + \frac{1.273 \times 9'033,838.3}{10.5^2}$$

$$b = 109,259.6 \text{ N/m.}$$

- ii. Máximo esfuerzo de compresión admisible en el casco:

Tenemos  $GHD^2/t^2 = 28.18$ , usamos Ec. 2.25

$$F_a = \frac{83 \times 6}{2.5 \times 10.25} + 7.5 \times \sqrt{1 \times 9.2}$$

$$F_a = 41.72 \text{ MPa.}$$

$$b/(1000 \times t) = 18.2 \text{ MPa.}$$

$$0.5 \times F_y = 125 \text{ MPa.}$$



En Des. 2.1:

$$18.2 \text{ MPa} < 41.72 \text{ MPa} < 125 \text{ MPa}.$$

Por lo tanto, se comprueba que no sobrepasa el máximo esfuerzo de comprensión.

iii. Cálculo de pernos de anclaje:

Para la cantidad de anclajes (pernos), reemplazamos en Ec. 2.26:

$$N_a = \frac{\pi \times 10.5}{1.8}$$

$$N_a = 18.3$$

Entonces consideramos 20 anclajes.

Para el diámetro de pernos, siendo:

$$S_d = 121 \text{ MPa. (Para pernos A 325 según AISC).}$$

Reemplazamos en Ec. 2.27

$$A_p = \frac{109,259.6 \times \pi \times 10.5}{121 \times 20}$$

$$A_p = 1489.3 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, utilizaremos pernos de anclaje de 1 3/4" de diámetro de material ASTM A 325.

#### 4.4 DEL SISTEMA CONTRAINCENDIOS

##### 4.4.1. Parámetros de Diseño

Consideramos las dimensiones de los tanques según tabla 4-6.

##### 4.4.2. Capacidad del Sistema

Tomando los parámetros de densidad indicados en el ítem A del acápite 2.2.3.1, podemos evaluar la capacidad de agua total.

###### 4.4.2.1. Enfriamiento con Agua

Utilizamos Ec. 2.28 para calcular el área lateral de los tanques.

**Tabla 4-7: Capacidad de Agua para Enfriamiento**

Tanques	Área Lateral (ft <sup>2</sup> )	Densidad (gpm/ft <sup>2</sup> )	Caudal (gpm)	Tiempo (min)	Volumen de agua (gal)
DT21-2	2,608.00	0.15	391	120	46,949
DT21-3	2,608.00	0.15	391	120	46,949
DT200-1	3,413.00	0.15	512	120	61,429

###### 4.4.2.2. Extinción con Espuma

Utilizamos Ec. 2.29 para calcular el área de espejo del fluido.

**Tabla 4-8: Capacidad de Agua para Extinción**

Tanques	Área espejo. (ft <sup>2</sup> )	Densidad (gpm/ft <sup>2</sup> )	Caudal (gpm)	Tiempo (min)	Volumen de agua (gal)
DT21-2	972	0.10	97	30	2,916
DT21-3	972	0.10	97	30	2,916
DT200-1	935	0.10	93	30	2,804

#### 4.4.2.3. Protección Secundaria

Con los parámetros indicados en NFPA 15, se tiene los siguientes valores.

**Tabla 4-9: Capacidad de Agua para Protección Secundaria**

Medio	Caudal (gpm)	Tiempo (min)	Volumen de agua (gal)
Extinción	50	20	1,000

Haciendo una suma de los valores de las tablas anteriores, resumimos en el siguiente cuadro:

**Tabla 4-10: Resumen de Capacidad**

Medio	Caudal (gpm)	Volumen de agua (gal)
Enfriamiento	391	46,949
Extinción	244	6,832

Se requiere un volumen de agua de 54,000 galones. Considerando un factor de seguridad de 15% adicional, obtenemos un volumen requerido de almacenamiento de agua de 62,100 galones.

#### 4.4.3. Diámetro Efectivo del Fuego

Tenemos los siguientes valores:

$$D = 10.5 \text{ m}$$

$$U = 25 \text{ m/s}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\rho_v = 154 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_a = 28.8 \text{ kg/m}^3$$

Reemplazando en Ec. 2. 30:

$$\frac{D_w}{10.5} = 1.25 \times \left( \frac{25^2}{9.81 \times 10.5} \right)^{0.069} \times \left( \frac{154}{28.8} \right)^{0.48}$$

$$D_w = 33.2 \text{ m}$$

Este valor nos indica que en caso ocurra un incendio, la llama incandescente alcanzará una distancia 33.2 metros en la dirección del viento.

Para la ubicación de un tanque adyacente, reemplazamos en Ec. 2.31:

$$L_{AD} = 33.2 - 10.5$$

$$L_{AD} = 22.7 \text{ m}$$

Considerando un tanque adyacente, este deberá ser ubicado a una distancia mayor 23 metros.

#### **4.4.4. Diseño Hidráulico**

##### **4.4.4.1. Rociadores**

Considerando una distancia de separación de 2.13 pies entre la pared del tanque y el eje del anillo.

**Tabla 4-11: Diámetro del Anillo de Enfriamiento**

Tanques	Diámetro (m)	Diámetro (ft)	Diámetro Anillo (ft)
DT21-2	10.73	35.2	39.46
DT21-3	10.73	35.2	39.46
DT200-1	10.50	34.44	38.66

Reemplazamos en Ec. 2.32:

$$NR_{\min} = \frac{\pi \times 39.46}{15}$$

$$NR_{\min} = 8.26$$

Después de revisar alternativas por geometría en el tanque, se concluye considerar 12 rociadores de  $K=5.6 \text{ gpm/psi}^{0.5}$  con un ángulo de conicidad de  $120^\circ$ .

$$NR = 12$$

En Ec. 2.33, obtenemos la siguiente tabla:

**Tabla 4-12: Espaciamento entre Rociadores**

Tanques	Diámetro Anillo (ft)	Espaciamento entre Rociadores (ft)
DT21-2	39.46	10.33
DT21-3	39.46	10.33
DT200-1	38.66	10.12

Reemplazamos en Ec. 2.34:

$$Q_R = \frac{392}{12}$$

$$Q_R = 32.7 \text{ gpm}$$

Con este valor de caudal iniciamos el desarrollo del cálculo para la condición crítica.

#### 4.4.4.2. Desarrollo de Cálculos

##### A. Línea de Agua de Enfriamiento

Iniciamos el cálculo del caudal de descarga del último rociador SP3-12, usamos Ec. 2.35, considerando una velocidad de 5.5 pies/s obtenemos un diámetro de 1.5 pulgadas. Ver anexo 8 para distribución de tuberías.

Siendo:

$$P_n = P_t = 38$$

Reemplazamos en Ec. 2.38:

$$Q = 5.6 \times \sqrt{38}$$

$$Q = 34.52 \text{ gpm}$$

Este valor es mayor al indicado en el acápite 4.4.4.1 cumpliendo con lo requerido.

Para el factor de fricción primaria reemplazamos en Ec. 2.37:

$$p = \frac{452 \times 34.52^{1.85}}{120^{1.85} \times 1.61^{4.87}}$$

$$p = 0.044 \text{ psi/ft}$$

En Ec. 2.36:

$$P_f = 10.33 \times 0.044$$

$$P_f = 0.4581 \text{ psi}$$

En Ec. 2.39:

$$P_v = \frac{0.001123 \times 34.52^2}{1.61^4}$$

$$P_v = 0.1992 \text{ psi}$$

En Ec. 2.40:

$$P_n = 38 - 0.1992$$

$$P_n = 37.801 \text{ psi}$$

Para calcular la presión total en el siguiente rociador (SP3-11), se reemplaza en Ec. 2.41:

$$P_{t2} = 38 + 0 + 0.4581 + 0$$

$$P_{t2} = 38.458 \text{ psi}$$

Caudal de descarga en el rociador SP3-11, se reemplaza en Ec.

2.38:

$$Q = 5.6 \times \sqrt{37.801}$$

$$Q = 34.43 \text{ gpm}$$

Para cada nodo se realiza el procedimiento indicado, hasta llegar al punto de bifurcación entre la línea de agua y línea de espuma.

**Tabla 4-13: Cálculo Hidráulico-Línea de Agua**

Nodo 1	Descarga & Flujo	Diam.	Accesorios			L tub.	Material	Δ Cot.	P. total		Notas
		Nominal	Cant.	Tipo	Leq	L acces	Factor C		P. elevación	P. velocidad	
Nodo 2	gpm	Interior				L total	F. Perd.		P. fricción	P. normal	
		in	und.			ft	psi/ft	ft	psi	psi	
<b>LÍNEA DE AGUA</b>											
SP3-12	q= 34.52	1.5				10.33	Sch 40	0	Pt 38	Pt 38	K= 5.6
	Q= 34.52	1.61				0	120		Pe 0	Pv 0.1992	V= 5.44
SP3-11	q= 34.43					10.33	0.044		Pf 0.4581	Pn 37.801	
SP3-11	q= 34.43	1.5				10.33	Sch 40	0	Pt 38.458	Pt 38.458	K= 5.6
	Q= 68.95	1.61				0	120		Pe 0	Pv 0.7946	V= 10.87
SP3-10	q= 34.37					10.33	0.159		Pf 1.6474	Pn 37.663	

**B. Línea de Espuma**

Iniciamos el cálculo del caudal de la última cámara de espuma (N9)

Siendo:

$$Q = 97.3$$

$$k = 15.4 \text{ (Catálogo de fabricante)}$$

Reemplazamos en Ec. 2.38:

$$97.3 = 15.4 \times \sqrt{P}$$

$$P = 39.919 \text{ psi}$$

Se continúa con el procedimiento indicado para la línea de agua.



**Tabla 4-14: Cálculo Hidráulico-Línea de Espuma**

Nodo 1	Descarga & Flujo	Diam.	Accesorios			L tub.	Material	Δ Cot.	P. total		Notas
		Nominal	Cant.	Tipo	Leq	L acces	Factor C		P. elevación	P. velocidad	
Nodo 2	gpm	Interior	Cant.	Tipo	Leq	L total	F. Perd.		P. fricción	P. normal	
		in	und.			ft	psi/ft	ft	psi	psi	
<b>LÍNEA DE ESPUMA</b>											
N9	q= 97.30	2.5	4	C90	6	53.16	Sch 40	23.58	Pt 39.919	Pt 39.919	K= 15.4
	Q= 97.30	2.469	1	T	12	36	120		Pe 10.208	Pv 0.2861	V= 6.52
N7	q= 0.00					89.16	0.038		Pf 3.3516	Pn 39.633	
N7	q= 0.00	2.5				58.67	Sch 40	0	Pt 53.479	Pt 53.479	
	Q= 97.30	2.469				0	120		Pe 0	Pv 0.2861	V= 6.52
N6	q= 0.00					58.67	0.038		Pf 2.2055	Pn 53.193	

C. Línea Principal

En la siguiente tabla se muestra los cálculos realizados en la línea principal.

**Tabla 4-15: Cálculo Hidráulico-Línea de Principal**

Nodo 1	Descarga & Flujo	Diam.	Accesorios			L tub.	Material	Δ Cot.	P. total		Notas
		Nominal	Cant.	Tipo	Leq	L acces	Factor C		P. elevación	P. velocidad	
Nodo 2	gpm	Interior	Cant.	Tipo	Leq	L total	F. Perd.		P. fricción	P. normal	
		in	und.			ft	psi/ft	ft	psi	psi	
<b>LÍNEA PRINCIPAL</b>											
LPin	q= 0.00	6	1	C90	10	11.11	Sch 40	0	Pt 116.32	Pt 116.32	
	Q= 672.32	6.025	1	VC	3	62	120		Pe 0	Pv 0.3852	V= 7.57
Pout	q= 0.00		1	TN	9	73.11	0.017		Pf 1.2742	Pn 115.93	
			1	STR	40						
Pout	q= 0.00								Pt 117.59		
	Q= 672.32								ADT = 114.77		PARÁMETRO DE BOMBA
Pin	q= 0.00								Pt 2.8195		
VOR	q= 0.00	6	1	CRL	9	12.75	Sch 40	0.75	Pt 2.0634	Pt 110	
	Q= 672.32	6.025	1	VC	3	12	120		Pe 0.3247	Pv 0.3852	V= 7.57
Pin	q= 0.00					24.75	0.017		Pf 0.4314	Pn 109.61	

El análisis hidráulico completo se puede observar en el anexo 9.

Para seleccionar el proporcionador se considera los valores:

$$LPin = 115.94 \text{ psi}$$

$$LPout = 73.28 \text{ psi.}$$

$$Q = 197.06 \text{ gpm.}$$

Para seleccionar la bomba se obtiene los siguientes parámetros:

$$\text{Caudal} = 672.3 \text{ gpm.}$$

$$ADT = 114.8 \text{ psi.}$$

#### 4.4.5. Espesor de Tuberías

Tenemos los valores para cada punto:

$$S = 30,000 \text{ psi}$$

$$E = 0.85$$

$$Y = 0.4$$

$$c = 0.06 \text{ pulgadas}$$

$$m = 0.06 \text{ pulgadas.}$$

Reemplazando en Ec. 2.7, obtenemos la siguiente tabla:

**Tabla 4-16: Resumen de Espesores de Tuberías**

<b>NPS (pulgadas)</b>	<b>OD (pulgadas)</b>	<b>Presión (psi)</b>	<b>Espesor (pulgadas)</b>	<b>E. Comerc. (pulgadas)</b>
6	6.625	117.6	0.135	0.280
4	4.5	109.3	0.130	0.237
3	3.5	73.3	0.125	0.216
2.5	2.875	53.5	0.123	0.203
1.5	1.9	43.6	0.122	0.145

Se comprueba que todas las tuberías serán de cédula 40.

#### 4.5 RESULTADOS

De los cálculos y enunciados realizados en los puntos 4.2, 4.3 y 4.4. En los siguientes cuadros podemos resumir las características del sistema de almacenamiento.

##### Sistema de Descarga

Item	Parámetros	Unidad	Valor	Material
Puntos de Descarga	-	unid.	4	-
Bomba de Engranajes Internos		unid.	2	Varios
	Caudal	gpm	450	-
	ADT	psi	40	-
	Potencia Eléctrica	hp	20	-
Tubería				ASTM A53
	Succión	pulgadas	4 y 6	Cedula 40
	Descarga	pulgadas	4	Cedula 40

##### Tanque de Almacenamiento de Combustible

Item	Parámetros	Unidad	Valor	Material
Capacidad	-	gal	200,000	-
Diámetro	-	m	10.5	
Altura	-	m	9.6	
Anillo Superior	Ángulo	pulgadas	4x4x5/8	ASTM-A36
Espesor de plancha	-	-	-	-
	Pared	mm	6	ASTM-A36
	Fondo	mm	8	ASTM-A36
	Techo	mm	9	ASTM-A36
Entrada de Hombre	-	mm	600	ASTM-A36
	Succión	pulgadas	4 y 6	Cedula 40
	Descarga	pulgadas	4	Cedula 40
Pernos de Anclaje	-	-	-	ASTM-A325
	Cantidad	unid.	20	
	Diámetro	pulgadas	1 ¾"	

Sistema Contraincendios

<b>Item</b>	<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>	<b>Material</b>
Bomba Centrífuga de Carcasa Partida		unid.	1	Varios
	Caudal	gpm	675	-
	ADT	psi	120	-
Motor Diesel		unid.	1	Varios
Tubería				ASTM A53
	Succión	pulgadas	6	Cedula 40
	Descarga	pulgadas	6, 4, 3, 2.5 y 1.5	Cedula 40
Rociadores por tanque		unid.	12	
Cámaras de espuma por tanque		unid.	1	
Proporcionadores de espuma		unid.	2	
Tanque ( <b>reutilizado</b> )		unid.	1	ASTM-A36
	Capacidad	gal	77,000	
	Diámetro	m	7.85	
	Altura	m	6	

NOTA: Las características del motor de diesel será suministro proveedor del paquete de la unidad contra incendios.

## **CAPITULO V**

### **ESTRUCTURA DE COSTOS**

#### **5.1 ESTRUCTURA GENERAL DE COSTOS**

Para realizar un proyecto intervienen diferentes profesionales en el desarrollo de la ingeniería, es por ello, tenemos la participación de un civil, un mecánico, un electricista y un electrónico-instrumentista.

Estas especialidades en su conjunto forman un equipo de trabajo para la elaboración del presupuesto total del proyecto.

A continuación se mencionan los trabajos realizados por cada especialidad:

##### **5.1.1. Ingeniería Civil**

Los trabajos desarrollados por esta disciplina son:

- Obras preliminares: Movilización y desmovilización de personal, toda la logística para inicio de obras.
- Movimiento de tierras: Excavación y acarreo de material retirado de su ubicación para posteriores trabajos de cimentación.
- Obras de concreto: Trabajos de concreto simple y concreto armado para losas, cimentaciones, bases y otros.

- Estructuras metálicas: Fabricación y montaje de plataformas, soportes metálicos, techos y otros.

### **5.1.2. Ingeniería Mecánica**

Los trabajos desarrollados por esta disciplina son:

- Obras preliminares: Reubicación y/o retiro de interferencias con los trabajos a realizar.
- Equipos: Instalación de equipos para los nuevos sistemas a instalar.
- Sistema de tuberías: Fabricación, arenado, pintura y montaje de estos elementos principales para el sistema de transporte del fluido.
- Obras finales: Trabajos para culminación y entrega del sistema mecánico, como son los ensayos no destructivos, prueba hidrostática y la propia puesta en marcha.

### **5.1.3. Ingeniería Eléctrica**

Los trabajos desarrollados por esta disciplina son:

- Equipos: Instalación de centro de control de motores, postes de iluminación, pararrayos y sistema de puesta a tierra.
- Cableado y entubado: Componentes del sistema eléctrico para alimentar de energía a cada punto requerido.

#### **5.1.4. Ingeniería de Instrumentación**

Los trabajos desarrollados por esta disciplina son:

- Equipos: Instalación de PLC para arranque y parada automático del sistema de descarga de D-2.
- Instrumentos: Elementos para medición de caudal, presión y temperatura.

A su vez, para este tipo de proyectos donde se deben presentar documentos a las entidades gubernamentales, se planifica un costo por Ingeniería donde se consideran trabajos topográficos, estudio de suelos y estudios de riegos.

## **5.2 ESTRUCTURA DETALLADA DE COSTOS**

La estructura de costos en detalle es realizada por estimaciones, no se elabora el análisis de costos unitarios por cada partida que se trabaja, ya que no forma parte del procedimiento de trabajo de esta oficina de ingeniería. Utilizamos los siguientes tipos de estimaciones:

- Estimación por Analogía

Se utiliza un costo real de proyectos anteriores similares para estimar costos de partidas para el proyecto actual.

- Estimación por Parámetros

Esta técnica utiliza una relación estadística entre los datos históricos y otras variables.

- Estimación Ascendente

Consiste en estimar el costo de partidas del proyecto de forma individual mediante cotizaciones, y así se suma partida tras partida hasta obtener el costo global.

Como se indicó en los alcances, el proyecto se desarrolla en dos fases:

### **5.2.1. Primera Fase**

La primera etapa consiste en el desarrollo de la ingeniería de la Optimización del Sistema de Descarga de D-2 en la Estación Pase T-

1. En esta fase tenemos los siguientes trabajos:

#### **5.2.1.1. Obras Civiles**

- Trabajos de excavaciones para ubicación de nuevas estructuras de concreto armado del cuarto de bombas, banco de ductos eléctricos, tuberías enterradas y otros. Incluye relleno, compactaciones y eliminación de excedentes.
- Obras de concreto armado para ejecución de canal principal de descarga de combustible, drenajes, cuarto de bombas, cuarto eléctrico, losas, pedestales y cimentaciones varias.
- Fabricación y montaje de techos en zona de despacho, soporte de rack de instrumentación, techo de cuarto de bombas, soportes, metálicos escaleras y puertas metálicas.
- Otros trabajos son la instalación de tinajas de derrame e impermeabilización de zona estanca de tanques.



#### 5.2.1.2. Obras Mecánicas

- Desmontaje de sistema existente: Líneas de descarga y de succión, una bomba, válvulas, accesorios y caseta de bombas.
- Montaje, nivelación y alineamiento de 02 bombas de engranajes internos de 450 gpm, ADT de 40 psi y 484 rpm. Incluye instalación de motor eléctrico y reductor de velocidad.
- Instalación de filtro tipo "strainer" en línea de succión de las bombas.
- Instalación de equipo eliminador de aire de 6"x6", en la descarga de las bombas.
- Montaje de 4 brazos de descarga tipo "bottom loading", línea principal de 6"Ø y auxiliares de 4"Ø de acero al carbono, para succión y descarga. Incluye válvulas y accesorios.
- Fabricación, arenado y pintado de spools de tuberías de acero al carbono y soportes metálicos.
- Limpieza y señalización de tuberías.
- Pruebas hidrostáticas para las líneas de combustible.

#### 5.2.1.3. Obras Eléctricas

- Instalación y conexionado desde una sub-estación eléctrica aérea (existente) de 160KVA.
- Montaje y conexionado de transformador de aislamiento encapsulado de 3 KVA.
- Montaje y conexionado de un tablero eléctrico de 480VAC, 208 VAC y 120 VAC.

- Montaje y conexionado transformador de distribución seco tipo EPT.
- Montaje e instalación de tubería conduit enterrada en banco de ductos y aérea.
- Tendido de cables de potencia y control a los diferentes equipos y tableros, acometida eléctrica y conexionado de equipos y tableros.
- Montaje de reflectores, conexionado y cableado para el sistema de iluminación exterior de la planta.
- Instalación de la red profunda de malla a tierra con cable de cobre desnudo, con salidas a estructuras metálicas y tanques de combustible.
- Montaje de pararrayos.

#### 5.2.1.4. Obras de Instrumentación

- Montaje de Instrumentos y Control: 02 medidores de flujo tipo desplazamiento positivo, 02 Flow switch y sensores de presión 02 en la descarga de las bombas
- Instalación y conexionado sistema de control de inventarios (sensores de nivel con compensación) para 02 tanques con comunicación.
- Entubado, cableado y conexionado en el PLC ubicado en la caseta de todos los instrumentos de campo.
- Montaje, instalación y cableado de un tablero de control que incluye el PLC dentro de la caseta.
- Calibración de instrumentos y Control.

- Ensayos, pruebas y puesta en marcha.
- Protocolos de prueba.

En la siguiente tabla se muestra el presupuesto resumen:

**Tabla 5-1: Presupuesto Fase I**

Proyecto: OPTIMIZACIÓN DE EQUIPOS DE DESCARGA DE DIESEL 2 - ESTACION PASE T-1  
Coord.Py: R. Ocaña  
Ing.Diseño: J. Castillo, R. Ocaña, E.Castillo, G. Aybar

Revisión: 1  
Fecha: 11-Ago-2008

Nº	DESCRIPCION	SUB TOTAL	Ratio %
1	EQUIPOS CIVILES	0.0	0.0
2	EQUIPOS MECANICOS	84,100.0	14.7
3	EQUIPOS ELECTRICOS	35,500.0	6.2
4	EQUIPOS DE INSTRUMENTACION	63,100.0	11.1
5	MATERIALES DE INSTALACIÓN CIVILES	66,600.0	11.7
6	MATERIALES DE INSTALACIÓN MECÁNICOS	55,500.0	9.7
7	MATERIALES DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA	62,860.0	11.0
8	MATERIALES DE INSTALACIÓN INSTRUMENTACION	10,000.0	1.8
9	LABOR DE INSTALACIONES CIVILES	74,200.0	13.0
10	LABOR DE INSTALACIONES MECÁNICAS	31,600.0	5.5
11	LABOR DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	21,815.0	3.8
12	LABOR DE INSTALACIONES DE INSTRUMENTACION	13,500.0	2.4
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>518,800.0</b>	
13	CONTINGENCIAS (10 %)	51,880.0	
	<b>TOTAL</b>	<b>570,700.0</b>	

En el anexo 10 se detalla el costo por partida de la especialidad mecánica.

### 5.2.2. Segunda Fase

Esta etapa consiste en el desarrollo de la ingeniería del Nuevo Tanque de Almacenamiento de Diesel 2 de 200,000 galones. Esta fase contempla los siguientes trabajos:

#### 5.2.2.1. Obras Civiles

- Movimientos de tierras, trabajos de excavaciones y relleno.
- Construcción de cimentación para tanque de almacenamiento de D-2 y tanque de abastecimiento de agua.
- Obras de concreto armado como cimentación de unidad contraincendios (UCI), cuarto para UCI, zona estanca de nuevo tanque, banco de ductos, manhole eléctricos. losas, pedestales y cimentaciones varias.
- Muro de protección de tuberías para soportar deslizamiento de rocas aledañas.

#### 5.2.2.2. Obras Mecánicas

- Desmontaje de interferencias existentes. Incluye equipos y tuberías.
- Fabricación e instalación de nuevo tanque de 200 000 galones. Incluye todos los accesorios indicado en los planos, pruebas de control de calidad, arenado, pintura, pruebas hidrostáticas y certificado de cubicación.
- Reparación, arenado y pintado de tanque de 77,000 galones para agua contraincendios.
- Montaje de bomba contra incendios de 675 gpm. Incluye motor diesel y tablero de control. Incluye montaje de bomba jockey y su tablero de control.
- Instalación de nuevas líneas de carga y descarga de combustible del tanque de 3", 4", 6"Ø para conexionar a líneas existentes. Incluye válvulas y accesorios.

- Instalación de sistema de espumas. Incluye tanque atmosférico, proporcionadores de espuma, cámaras de espuma, válvulas y accesorios.
- Instalación de línea principal de agua contra incendios de 6"Ø y sus respectivos ramales de 3" y 4" Ø para las líneas de agua y espuma. Incluye válvulas y accesorios.
- Instalación de anillos para agua de enfriamiento de 1 ½"Ø y 2 ½"Ø. Incluye rociadores y accesorios.
- Arenado, pintado y señalización de tuberías, indicación del tipo de fluido y dirección del mismo.
- Pruebas de control de calidad y prueba hidrostática en tuberías. Puesta en marcha del sistema.

#### 5.2.2.3. Obras Eléctricas

- Instalación del sistema de iluminación exterior en la zona del tanque de almacenamiento de combustible.
- Instalación de la red profunda de malla a tierra con cable de cobre desnudo, con salidas a estructuras metálicas y tanques de combustible.
- Montaje de 01 botonera de arranque y parada, manual – 0 – auto, en 120VAC, para el motor de la electrobomba Jockey de ¾ HP.
- Montaje y conexionado de un nuevo tablero eléctrico de distribución de 208-120VAC.
- Instalación y montaje del sistema de iluminación dentro de cuarto de bombas contra incendios con fluorescentes.

#### 5.2.2.4. Obras de Instrumentación

- Instalación de tres válvulas tipo mariposa con actuador eléctrico en el ingreso de cada uno de los tanques.
- Instalación de un sensor de nivel en el nuevo tanque con compensación por temperatura.
- Interconexión de los instrumentos y en el PLC existente.
- Tendido de tubería conduit de ¾" y 2" de diámetro desde los instrumentos hacia el gabinete de PLC ubicado dentro de la caseta eléctrica existente.
- Configuración del sistema PLC. Comisionado, pruebas y puesta en marcha.

**Tabla 5-2: Presupuesto Fase II**

Proyecto: NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE D-2 - ESTACIÓN PASE T-1  
Coord.Py: R. Ocaña  
Ing.Diseño: J. Ortiz / R. Ocaña / F. Vargas / G. Aybar

Revisión: 0

Fecha: 10-oct-10

Nº	DESCRIPCION	SUB TOTAL	Ratio %
1	EQUIPOS CIVILES	0	0
2	EQUIPOS MECÁNICOS	175,200	13
3	EQUIPOS ELECTRICOS	22,800	2
4	EQUIPOS DE INSTRUMENTACION	77,000	6
5	MATERIALES DE INSTALACIÓN CIVILES	136,900	10
6	MATERIALES DE INSTALACIÓN MECÁNICOS	238,200	18
7	MATERIALES DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA	21,700	2
8	MATERIALES DE INSTALACIÓN INSTRUMENTACION	24,000	2
9	LABOR DE INSTALACIONES CIVILES	248,700	19
10	LABOR DE INSTALACIONES MECÁNICAS	198,200	15
11	LABOR DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	18,100	1
12	LABOR DE INSTALACIONES DE INSTRUMENTACION	20,200	2
13	ESTUDIOS, INGENIERÍA Y SUPERVISION	12,000	1
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>1,193,000</b>	
14	CONTINGENCIAS (10 %)	119,300	
	<b>TOTAL</b>	<b>1,312,300</b>	

En el anexo 11 se detalla el costo por partida de la especialidad mecánica.

### 5.2.3. Proyecto Global

En el siguiente gráfico se muestra el costo global para la instalación del Sistema de Almacenamiento de Combustible Diesel 2.

**Tabla 5-3: Presupuesto Global**

Proyecto: SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL 2  
Coord.Py: R. Ocaña

Nº	DESCRIPCION	SUB TOTAL	Ratio %
1	EQUIPOS CIVILES	0	0
2	EQUIPOS MECÁNICOS	259,300	14
3	EQUIPOS ELECTRICOS	58,300	3
4	EQUIPOS DE INSTRUMENTACION	140,100	7
5	MATERIALES DE INSTALACIÓN CIVILES	203,500	11
6	MATERIALES DE INSTALACIÓN MECÁNICOS	293,700	16
7	MATERIALES DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA	84,560	4
8	MATERIALES DE INSTALACIÓN INSTRUMENTACION	34,000	2
9	LABOR DE INSTALACIONES CIVILES	322,900	17
10	LABOR DE INSTALACIONES MECÁNICAS	229,800	12
11	LABOR DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	39,915	2
12	LABOR DE INSTALACIONES DE INSTRUMENTACION	33,700	2
13	ESTUDIOS, INGENIERÍA Y SUPERVISION	12,000	1
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>1,711,800</b>	
14	CONTINGENCIAS (10 %)	171,180	
	<b>TOTAL</b>	<b>1,883,000</b>	

## CONCLUSIONES

Con el presente informe podemos concluir:

1. En el sistema de descarga de combustible, las pérdidas por fricción significan el 68% de la capacidad de la bomba requerida cuando se diseña con una viscosidad de 100 SSU, siendo su máximo valor de operación de 67 SSU en la descarga del fluido, esto garantiza la operación normal del sistema a una temperatura promedio, ya que en esa condición las pérdidas por fricción serán menores.
2. En el cálculo del tanque se comprueba que los espesores de planchas son los adecuados para resistir el momento de volteo generado por sismo. Así mismo, este tanque debe ser necesariamente anclado a causa del esfuerzo sometido en su base.
3. En el análisis de nodos se debe efectuar un balance en cada punto de bifurcación de caudal. En el procedimiento de cálculo se concluye que el factor más importante y condicionante del sistema es la caída de presión apropiada en el proporcionador de espuma; a partir de este componente se obtienen los parámetros de operación de los demás elementos.
4. Para el sistema de enfriamiento y aplicación de espuma a los tanques de combustible los métodos más efectivo y de menor consumo de agua son los



sistemas fijos, su utilización es apropiada cuando no se cuenta con la cantidad de agua requerida para este fin.

5. El costo global para la instalación del sistema de almacenamiento de combustible Diesel 2 es de 1'883,000.0 USD. Respecto a la especialidad mecánica el porcentaje de incidencia: Equipos 14%, Materiales 16% y Labor 12%. Se concluye que el proyecto es liderado por la ingeniería mecánica ya que representa el 42% del costo total del proyecto.

## RECOMENDACIONES

1. Es importante tener los registros de temperatura ambiental de la zona para así poder predecir la temperatura del combustible o cualquier otro fluido viscoso. Se recomienda diseñar el sistema de descarga para la condición más crítica, es decir cuando la viscosidad del fluido es mayor.
2. En caso los tanques sean ubicados donde exista la posibilidad de tormentas eléctricas es indispensable la instalación de un pararrayos. La zona debe contar con un adecuado sistema de puesta a tierra para estructuras metálicas, bombas, plataformas y el propio tanque.
3. Todos los componentes (tanques, tuberías, accesorios y otros) de un sistema de almacenamiento de combustible deben contar con un sistema de protección contra la corrosión. En el caso de componentes superficiales se puede emplear recubrimientos con pintura y para tuberías enterradas se recomienda utilizar chaquetas (tuberías de mayor diámetro) que protejan a la tubería principal. Ver anexo 12 para sistema de pintado referencial.
4. Toda red contra incendio debe ser independiente del resto de líneas de procesos para asegurar la máxima presión y caudal del sistema cuando ocurra una emergencia.

## BIBLIOGRAFÍA

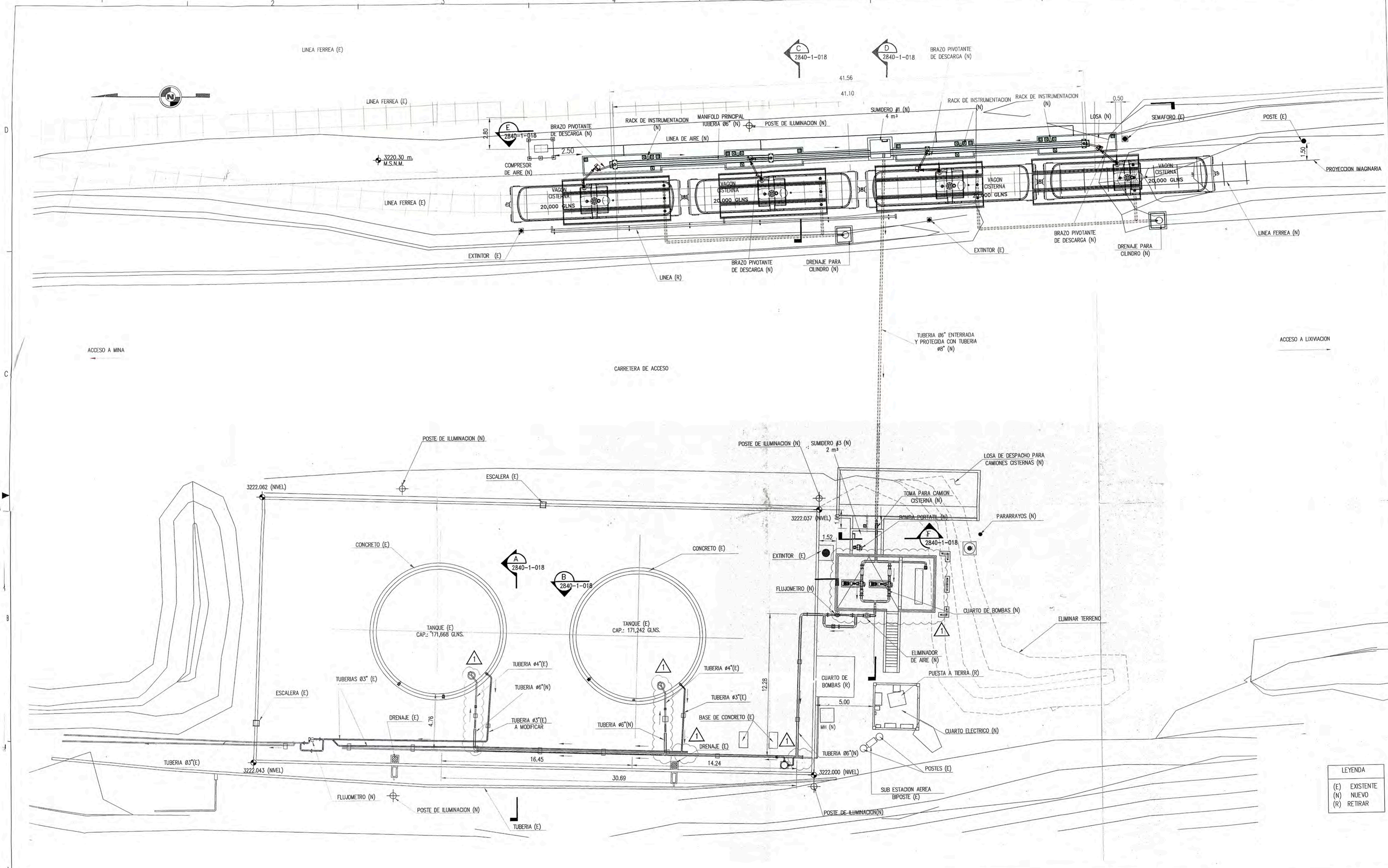
- (1) Igor J. Karassik and others, "Pump Handbook", McGraw-Hill, Año 2001.
- (2) Mc Naughton Kenneth, "Bombas: Selección, Uso y Mantenimiento", McGraw-Hill, Año 1996.
- (3) León Juan M., "Diseño y Cálculo de Tanques de Almacenamiento", Inglesa, Año 2001.
- (4) Alva Fortunato, "Diseño de Elementos de Máquina I", Concytec, Año 2004.
- (5) Gagnon Robert M., "Design of Water-Based Fire Protection Systems", Delmar Publishers, Año 1997.
- (6) Zalosh R., "Industrial Fire Protection", Jhon Willey R Sons, Año 2002 (pp 217).
- (7) Ingersoll Rand, "Cameron Hydraulic Data", Ingersoll Rand, Año 1984.
- (8) División de Ingeniería de Crane, "Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías", McGraw-Hill, Año 1984.
- (9) Rishel James, "Water Pumps and Pumping Systems", McGraw-Hill, Año 2002.
- (10) De Azevedo J.M., "Manual de Hidráulica", Harla S.A., Sexta Edición Año 1975.
- (11) Gobierno Peruano, "DS-052-92-EM-Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos", Año 1993.
- (12) American Petroleum Institute- API Std 650, "Welded Steel Tanks for Oil Storage", Año 2001.
- (13) American Petroleum Institute - API RP 500, "Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division 1 y Division 2", Año 1997.
- (14) American Society of Mechanical Engineering ASME CODE B31.3, "Process Piping", Año 2002.
- (15) National Fire Protection Association, "NFPA11-Standard for Low-Expansion Foam", Año 1994.
- (16) National Fire Protection Association, "NFPA15-Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection", Año 2007.

- (17) National Fire Protection Association, "NFPA20- Standard for the Installation of Centrifugal Fire Pumps", Año 1996.
- (18) National Fire Protection Association, "NFPA30-Flammable and Combustible Liquids Code", Año 2007.
- (19) Viking Pump, "Positive Displacement Pumps", Idex, Año 2009.

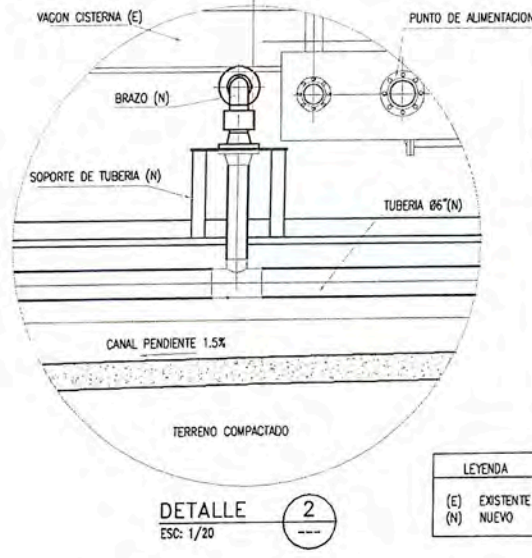
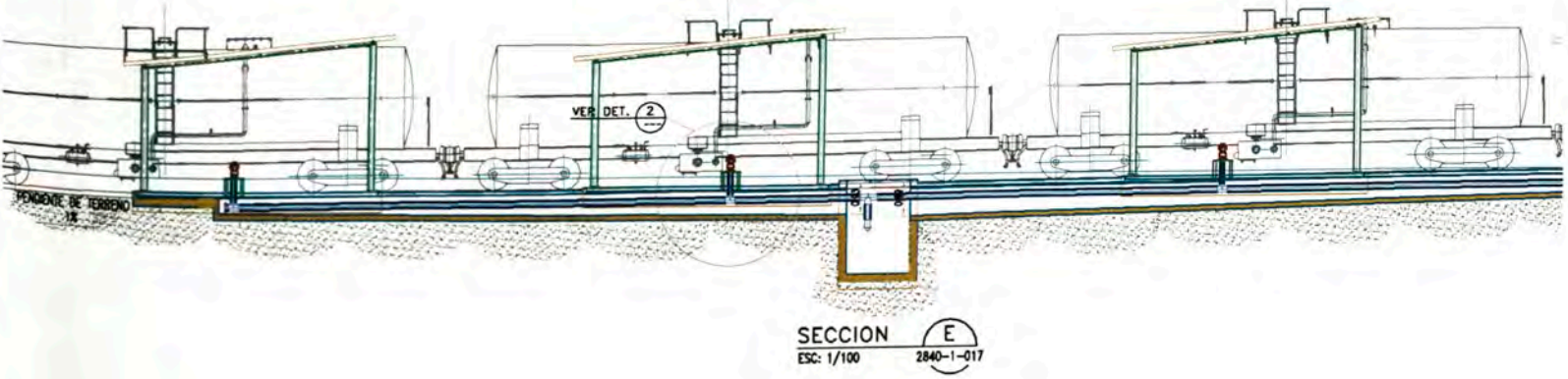
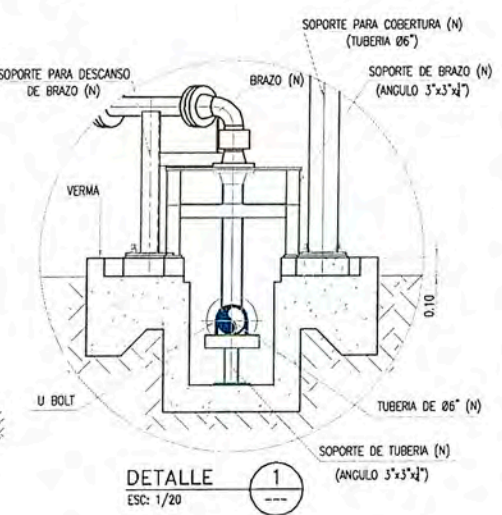
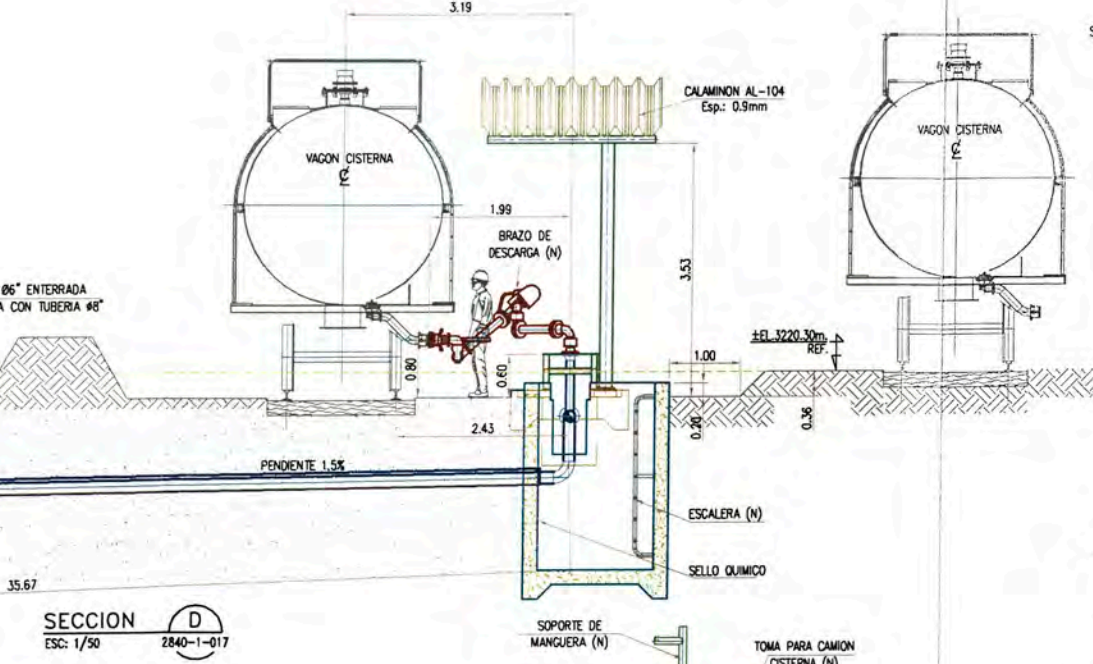
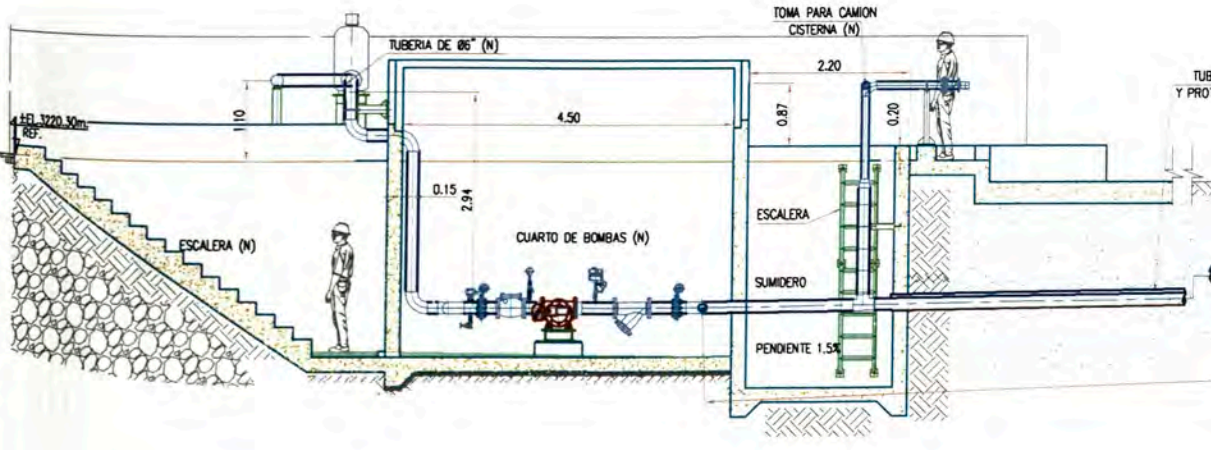
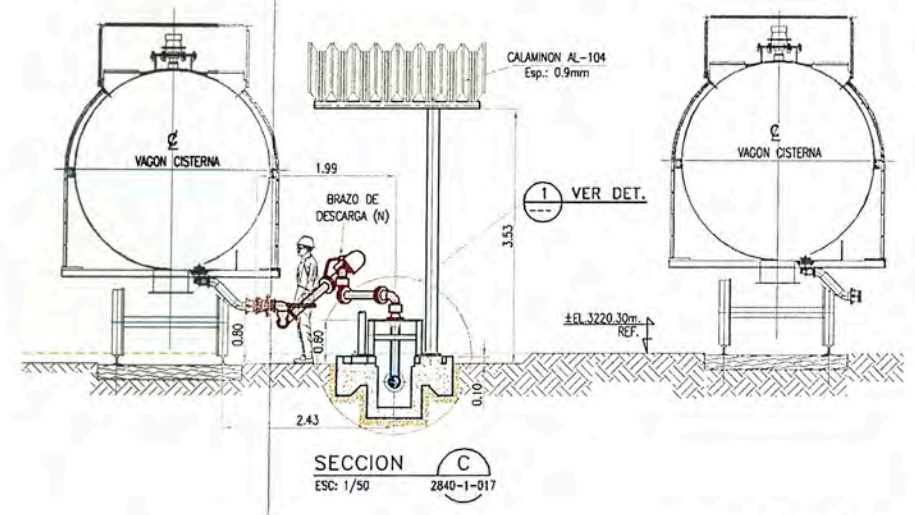
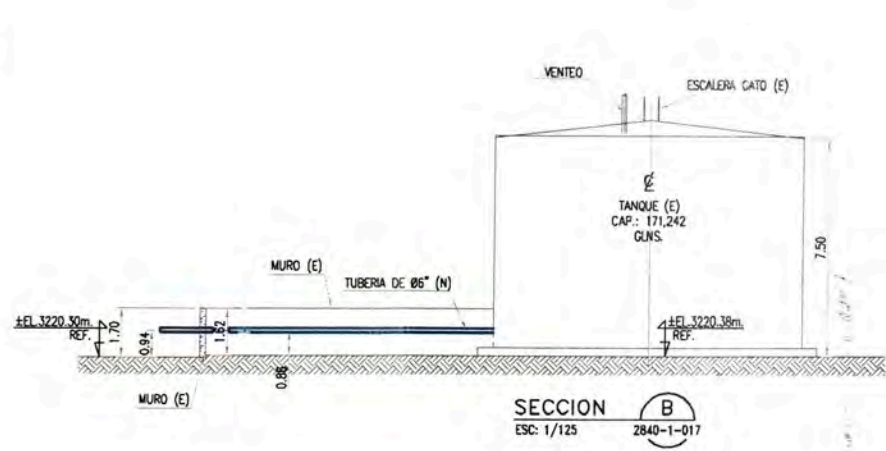
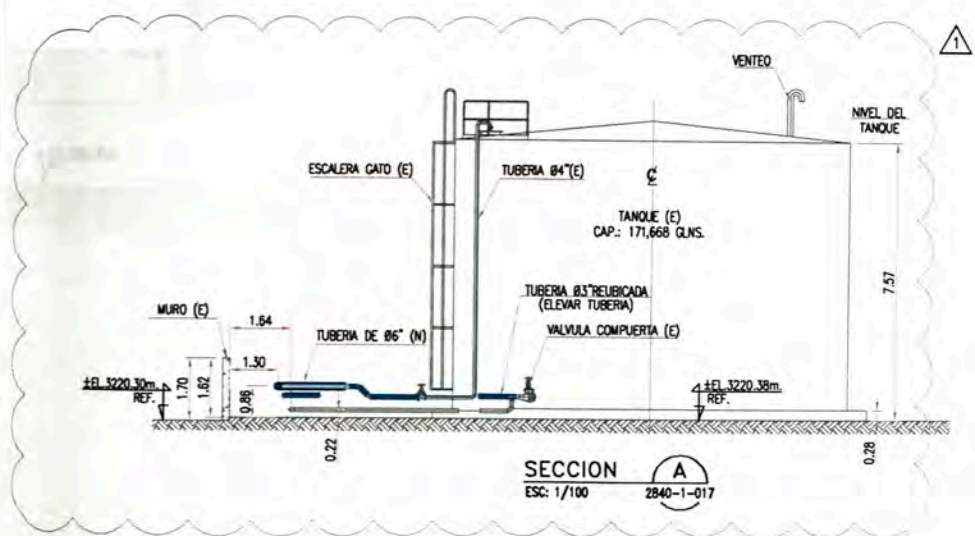
## **PLANOS**

En las siguientes hojas se adjuntan los planos desarrollados por cada una de las fases.

**PLANOS FASE I:** OPTIMIZACIÓN SISTEMA DE DESCARGA DE DIESEL 2 EN  
ESTACIÓN PASE T-1



DIBUJO:	R. OCAÑA	ESCALA:	1:150	PROYECTO:	OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE DESCARGA ESTACION PASE T-1
DISEÑO:	R. OCAÑA	FECHA:	ABRIL 2008	DESCRIPCION:	DISTRIBUCION ARREGLO GENERAL
APROBO:	R. OCAÑA				
				PLANO N°:	2840-1-017
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	
					REV. N°1

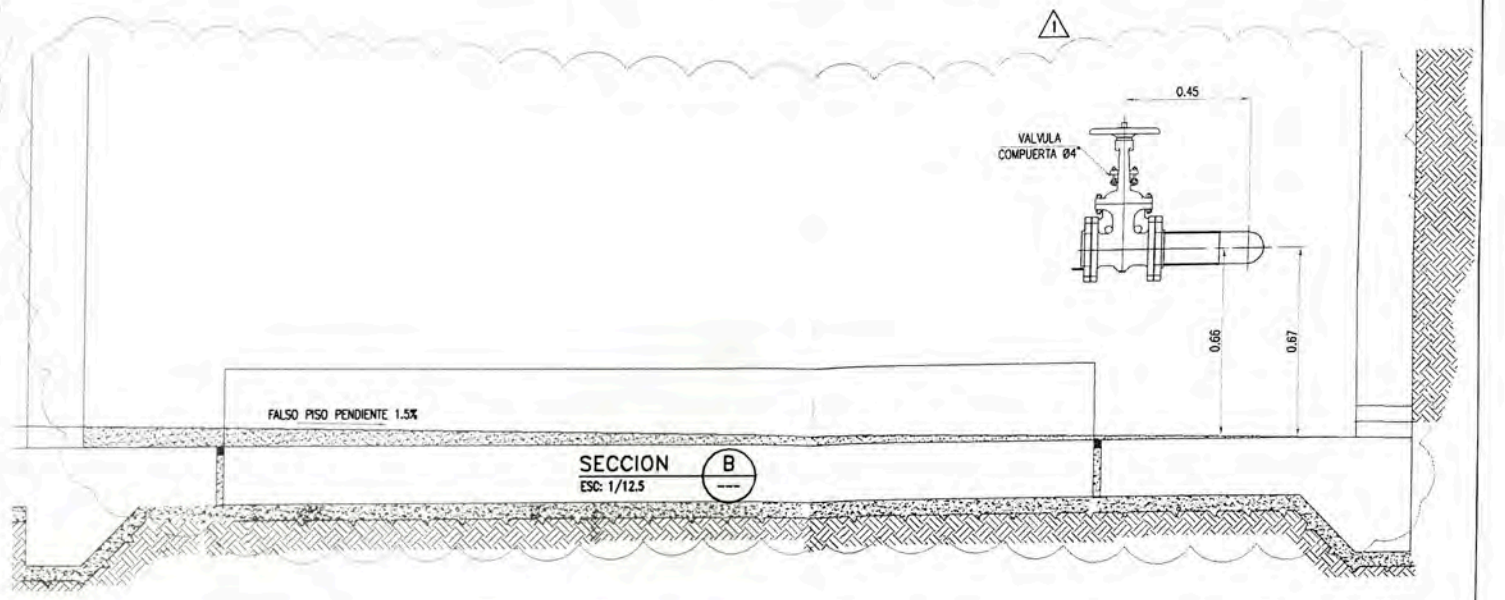
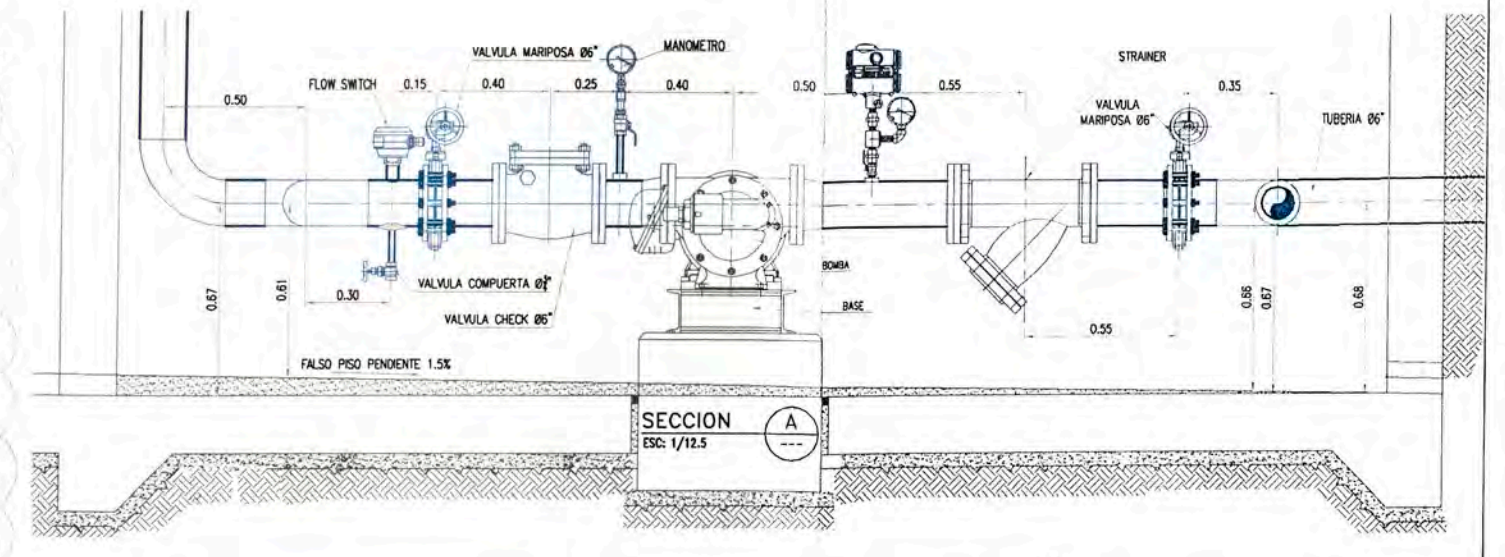
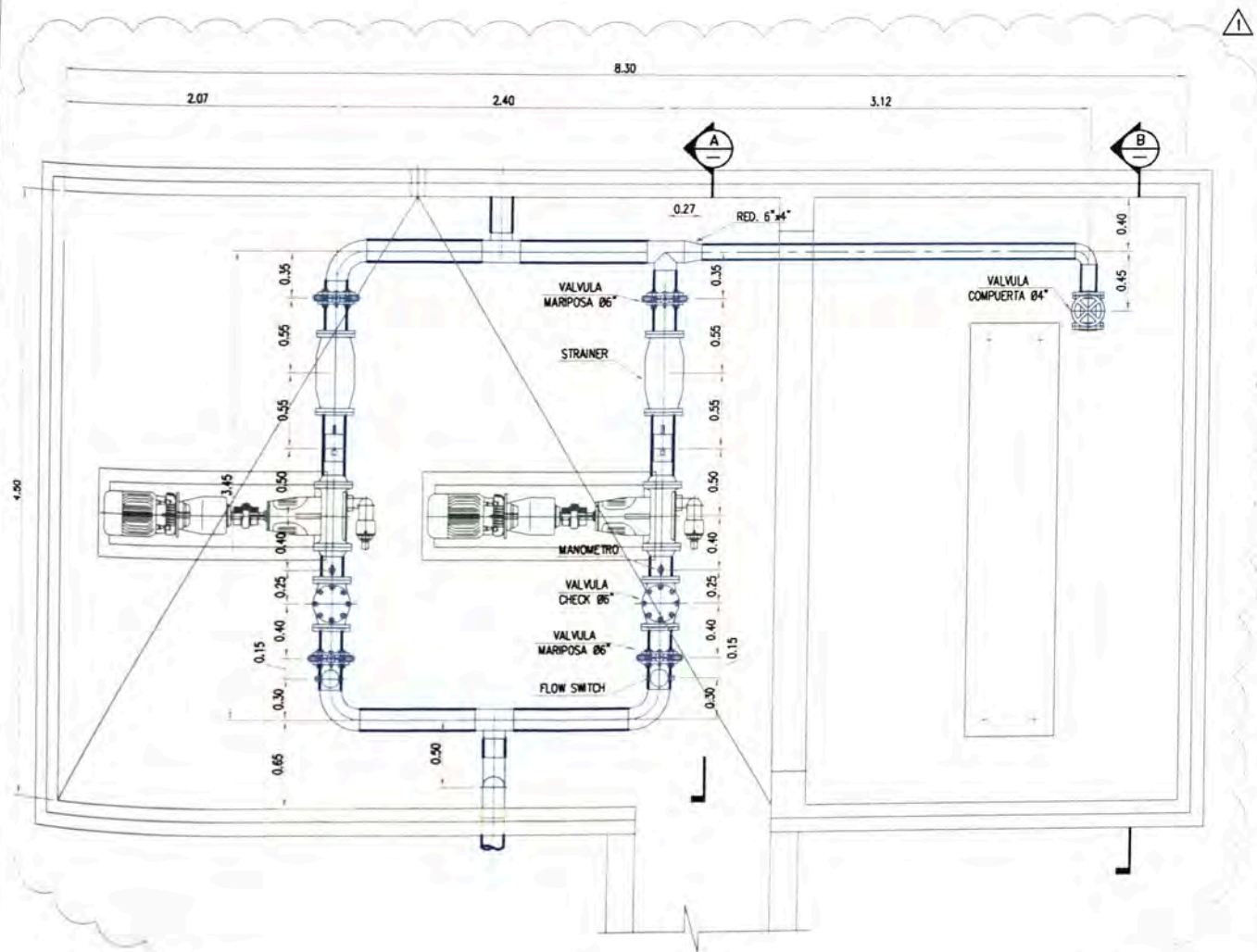
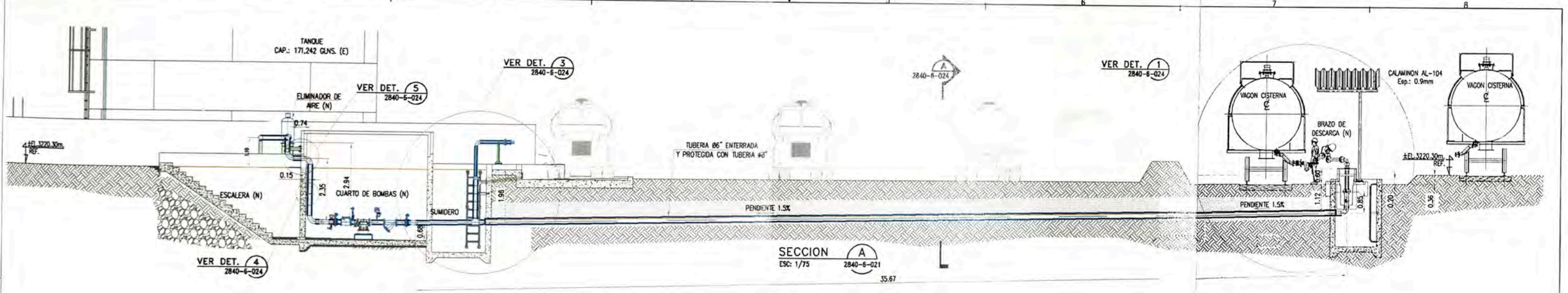


**LEYENDA**

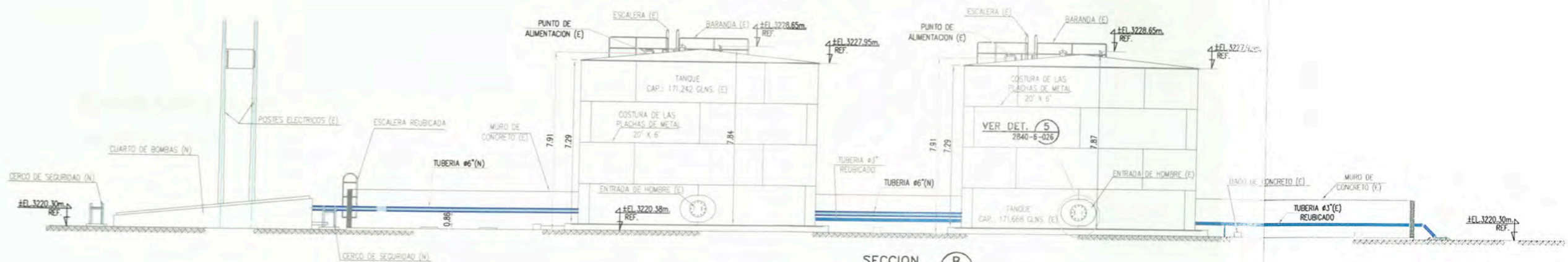
(E)	EXISTENTE
(N)	NUOVO

DIBUJO:	R. OCAÑA	ESCALA:	INDICADA	PROYECTO:	OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE DESCARGA ESTACION PASE T-1
DISENO:	R. OCAÑA	FECHA:	MARZO 2008	DESCRIPCION:	SECCIONES Y DETALLES (1 DE 2)
APROBO:	R. OCAÑA				
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				PLANO N°:	2840-1-018
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA				SUSTITUYE A:	N°1
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				SUSTITUIDO POR:	

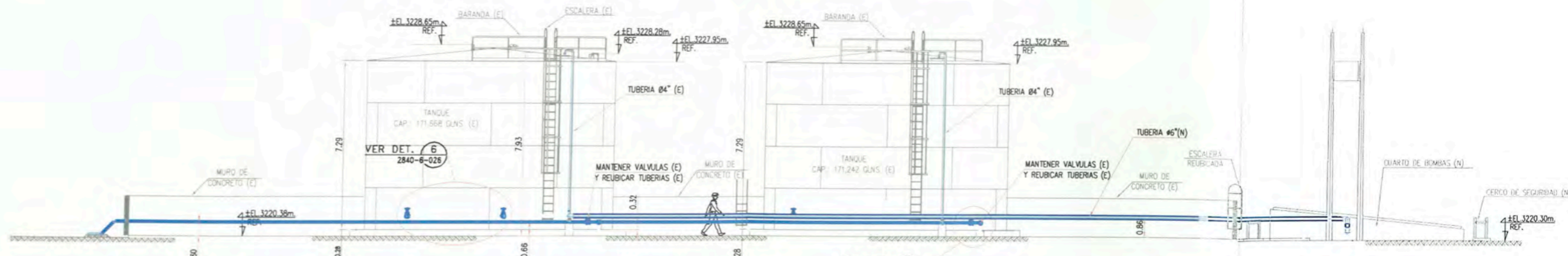




DIBUJO:	R. OCAÑA	ESCALA:	INDICADA	PROYECTO:	OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE DESCARGA ESTACION PASE T-1
DISEÑO:	R. OCAÑA	FECHA:	MARZO 2008	DESCRIPCION:	CUARTO DE BOMBAS Y LINEA DE SUCCION
APROBO:	R. OCAÑA			PLANO N°:	2840-6-023
				SUSTITUYE A:	N°1
				SUSTITUIDO POR:	
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				REV.	

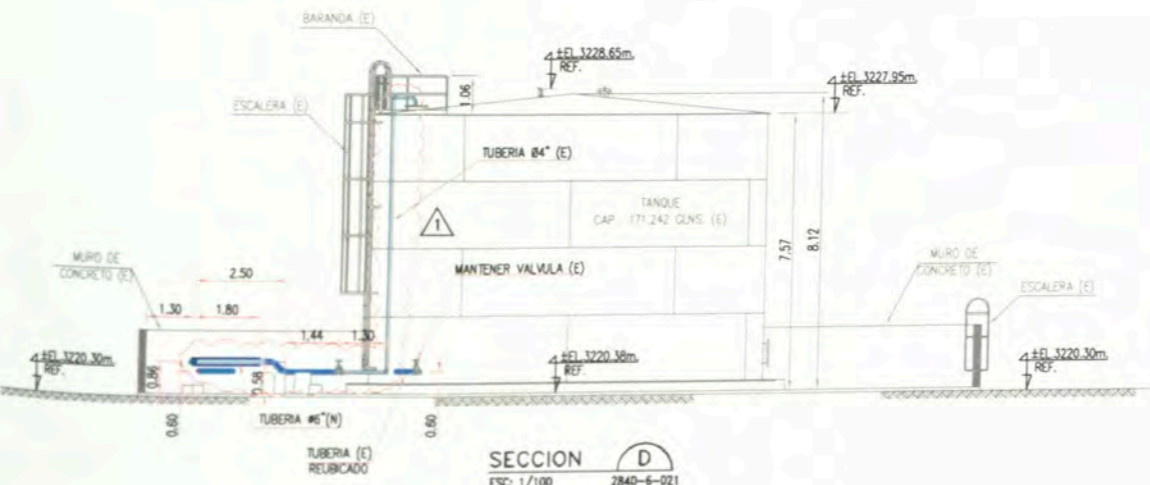


SECCION B  
ESC: 1/100  
2840-6-021

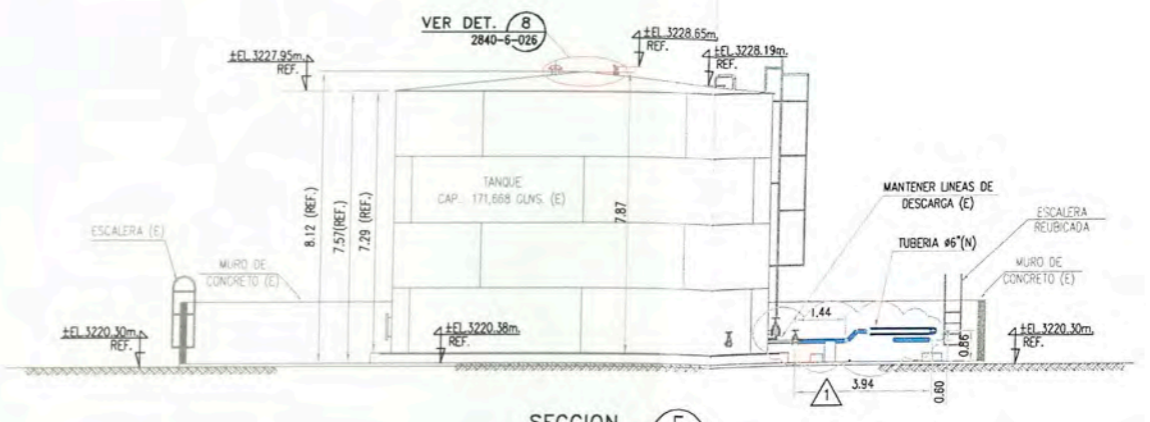


SECCION C  
ESC: 1/100  
2840-6-021

VER DET. 7  
2840-6-026



SECCION D  
ESC: 1/100  
2840-6-021



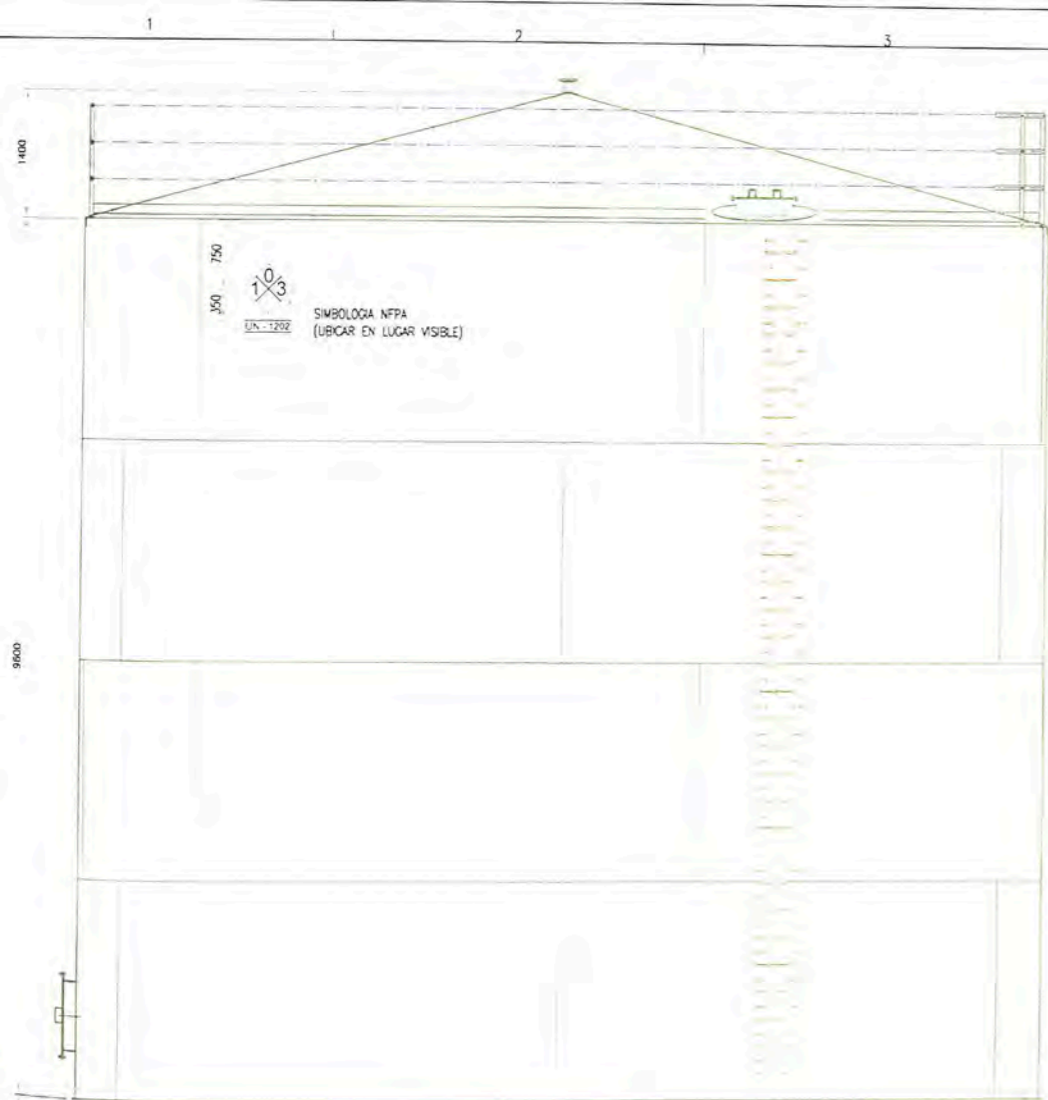
SECCION E  
ESC: 1/100  
2840-6-021

VER DET. 8  
2840-6-026

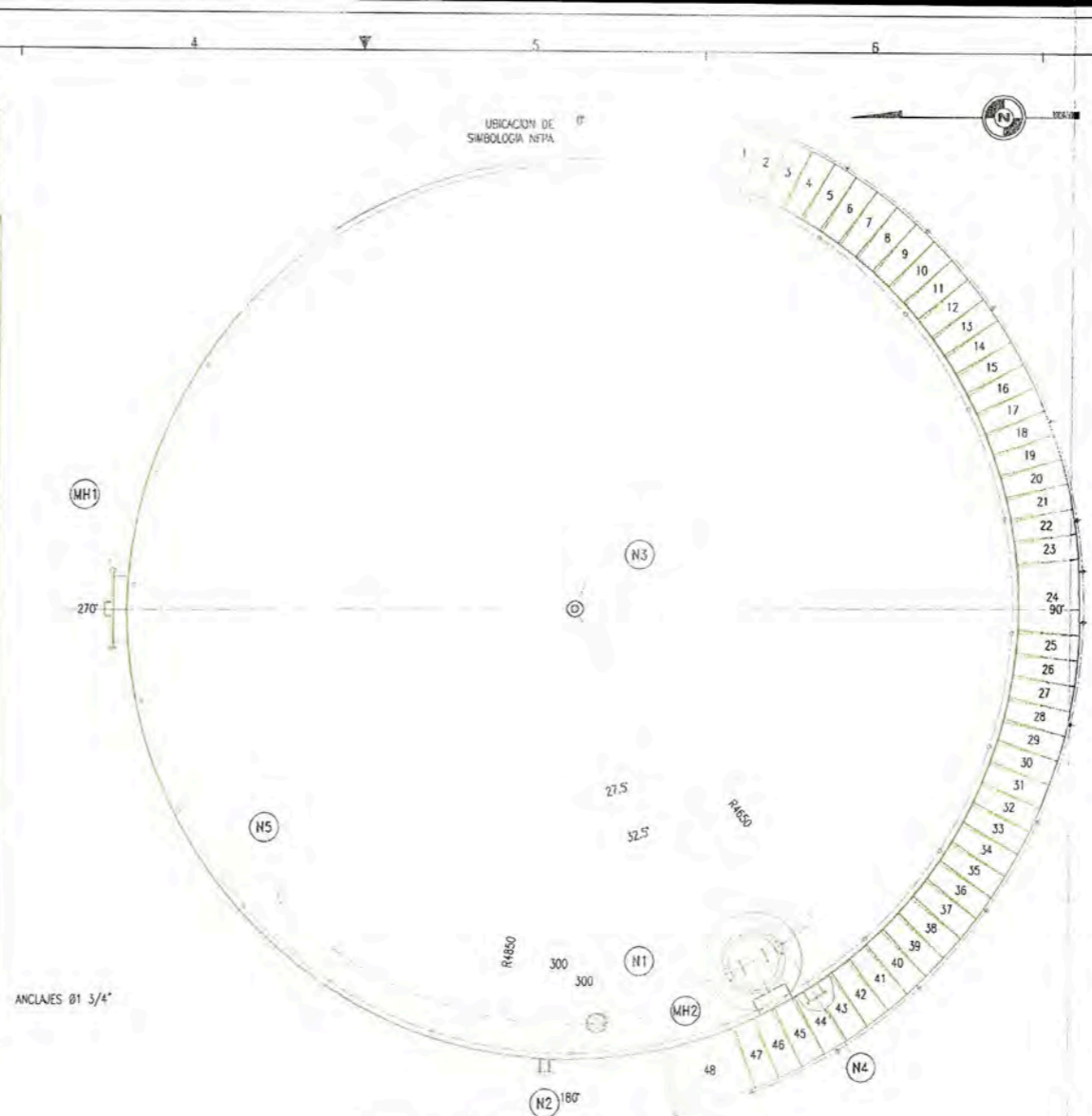
LEYENDA	
(N)	NUEVO
(E)	EXISTENTE
(R)	REUBICAR

DIBUJO:	R. OCAÑA	ESCALA:	INDICADA	PROYECTO:	OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE DESCARGA ESTACION PASE T-1
DISENO:	R. OCAÑA	FECHA:	MARZO 2008	DESCRIPCION:	TANQUES DE ALMACENAMIENTO - SECCIONES
APROBO:	R. OCAÑA	PLANO N°:	2840-6-025	REV.	N°1
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA			SUSTITUYE A:		
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			SUSTITUIDO POR:		
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA					

**PLANOS FASE II:** NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL 2 DE 200,000 GALONES.



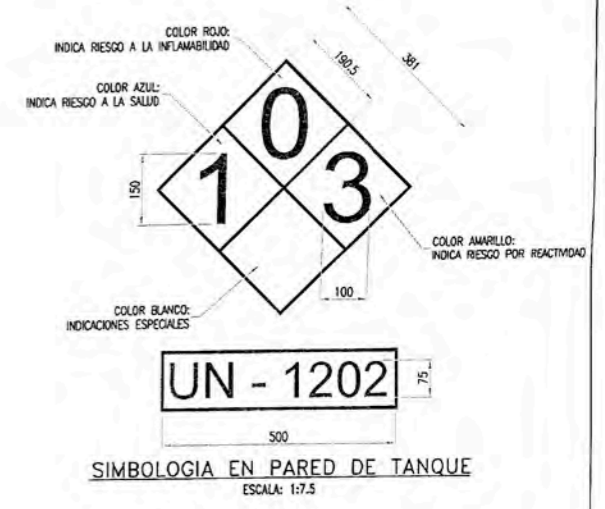
DISTRIBUCION DE ACCESORIOS - ELEVACION  
ESCALA: 1:75



DISTRIBUCION DE ACCESORIOS - PLANTA  
ESCALA: 1:75

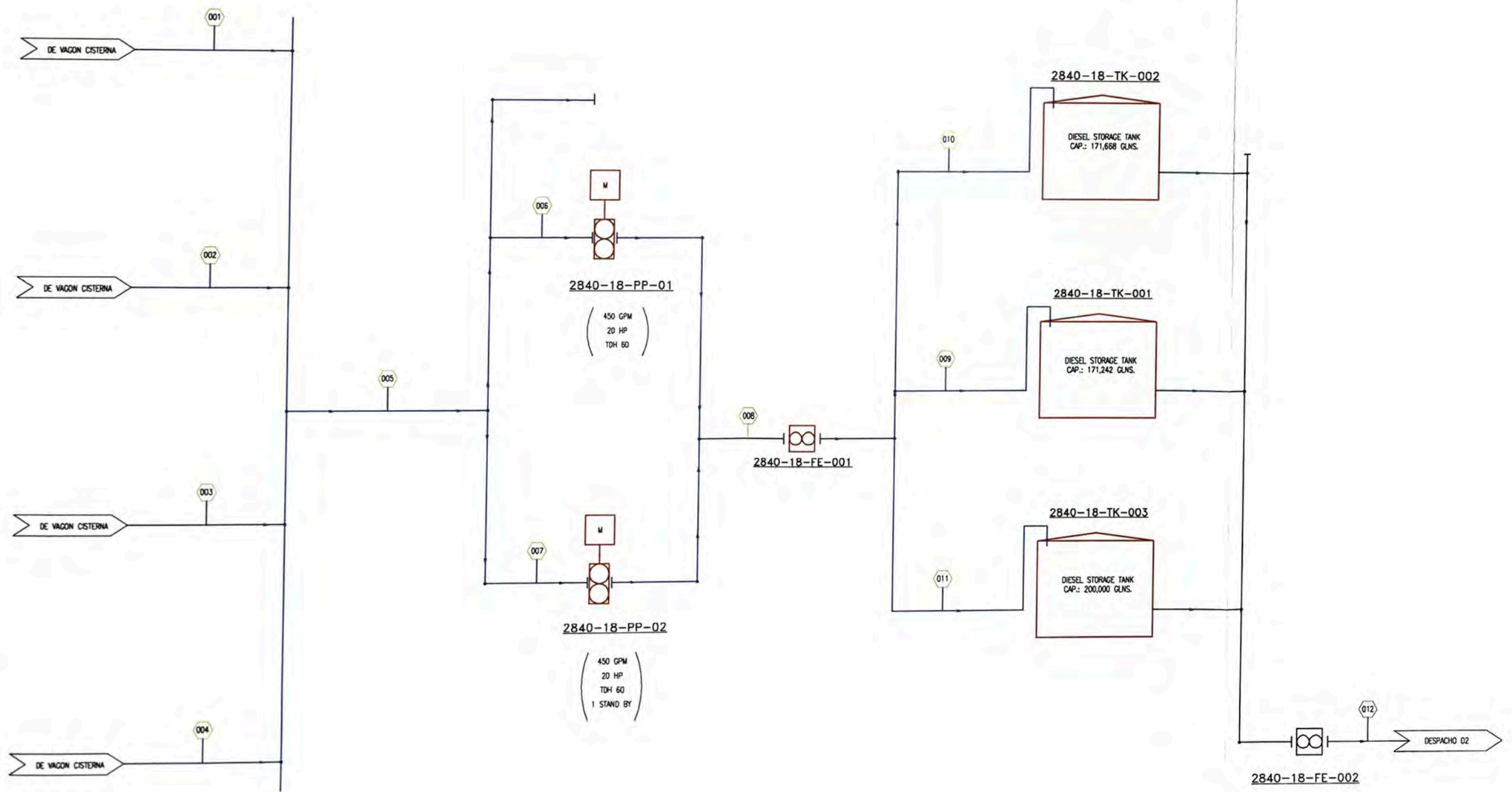
DATOS DE DISEÑO	
CONTENIDO:	DIESEL
CAPACIDAD:	200,000 GALONES FLUJO DE INGRESO MAX/MIN: 450/ 200 GPM
CODIGO DE DISEÑO:	API 650 FLUJO DE SALIDA: 100 GPM
CONDICIONES DE OPERACION	PRESION: ATMOSFERICA TEMPERATURA: 5-20 °C
	PESO ESPECIFICO: 0.895 PH:
	FLUJO DE INGRESO MAX/MIN: 450/320
CONDICIONES DE DISEÑO	FLUJO DE SALIDA:
	PRESION:
	PESO ESPECIFICO: 1
	FLUJO DE INGRESO MAX/MIN: 600/350
	NORMAS DE DISEÑO: AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (API 650)
RECURRIMIENTO	NORMAS DE DISEÑO: (UBC 4)
	TOLERANCIA DE CORROSION: 2mm
	EFICIENCIA DE JUNTA:
ACCESORIOS	INTERIOR: PINTURA EPOXICA (RAL 1021)
	EXTERIOR: PINTURA EPOXICA (RAL 1021)
MATERIALES	VISOR DE NIVEL: SI (INDICADOR)
	VALVULA DE ALIJO: TIPO PRESION VACIO
	DRENAJE AUTOMATICO: NO
	CUERPO: ACERO ASTM A-36
MISELANEOS	TAPA Y FONDO: ACERO ASTM A-36
	NIPLES: ACERO ASTM A-53
	BRIDA: ANSI B16.5

LISTA DE CONEXIONES							
MARCA	CANT.	DIAM.	RATIO	TIPO	ELEV.	SERVICIO	SCH TUBERIA
N1	01	4"	150	RF	.....	INGRESO	---
N2	01	4"	150	RF	.....	DESCARGA	---
N3	01	3"	150	RF	.....	VENTEO (PRESION VACIO)	---
N4	01	6"	150	FF	.....	DRENAJE	---
N5	01	1/2"	---	---	.....	MEDICION DE NIVEL	---
MH1	01	750mm	150	FF	.....	MANHOLE DE PARED	---
MH2	01	600mm	150	FF	.....	MANHOLE DE TECHO	---



DIBUJO:	R. OCAÑA	ESCALA:	INDICADA	PROYECTO:	NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE D-2 DE 200,000 GLS
DISEÑO:	R. OCAÑA	FECHA:	OCT. 2010	DESCRIPCION:	TANQUE DE 200,000 GLS Y DISTRIBUCION DE ACCESORIOS
APROBO:	R. OCAÑA			PLANO N°:	2840-5-017
				SUSTITUTE A:	N°0
				SUSTITUIDO POR:	

FLUJO DE PROCESO	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012
DESCRIPCIÓN	DESCARGA D2	DESCARGA D2	DESCARGA D2	DESCARGA D2	DESCARGA D2	DESCARGA D2	DESCARGA D2	DESCARGA D2 DE BOMBA	DESCARGA D2 DE BOMBA	DESCARGA D2 DE BOMBA	DESPACHO D2 SUCCIÓN DE BOMBA	DESPACHO D2 SUCCIÓN DE BOMBA
RANGO DE FLUJO (GPM) MAX.	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	200
RANGO DE FLUJO (GPM) NOM.	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	100



DIBUJO:  
 DISEÑO:  
 APROBO:

	Caudal en GPM
	Bomba contra incendio
	Spray
	Cámara de Espuma
	Manguera flexible

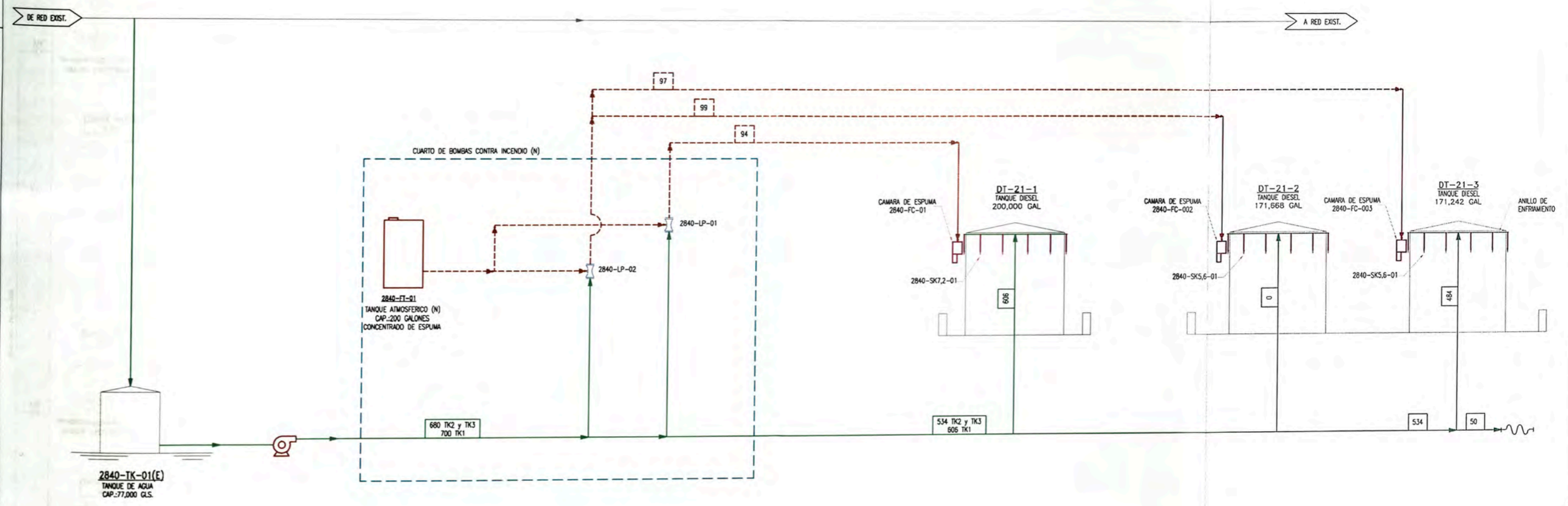
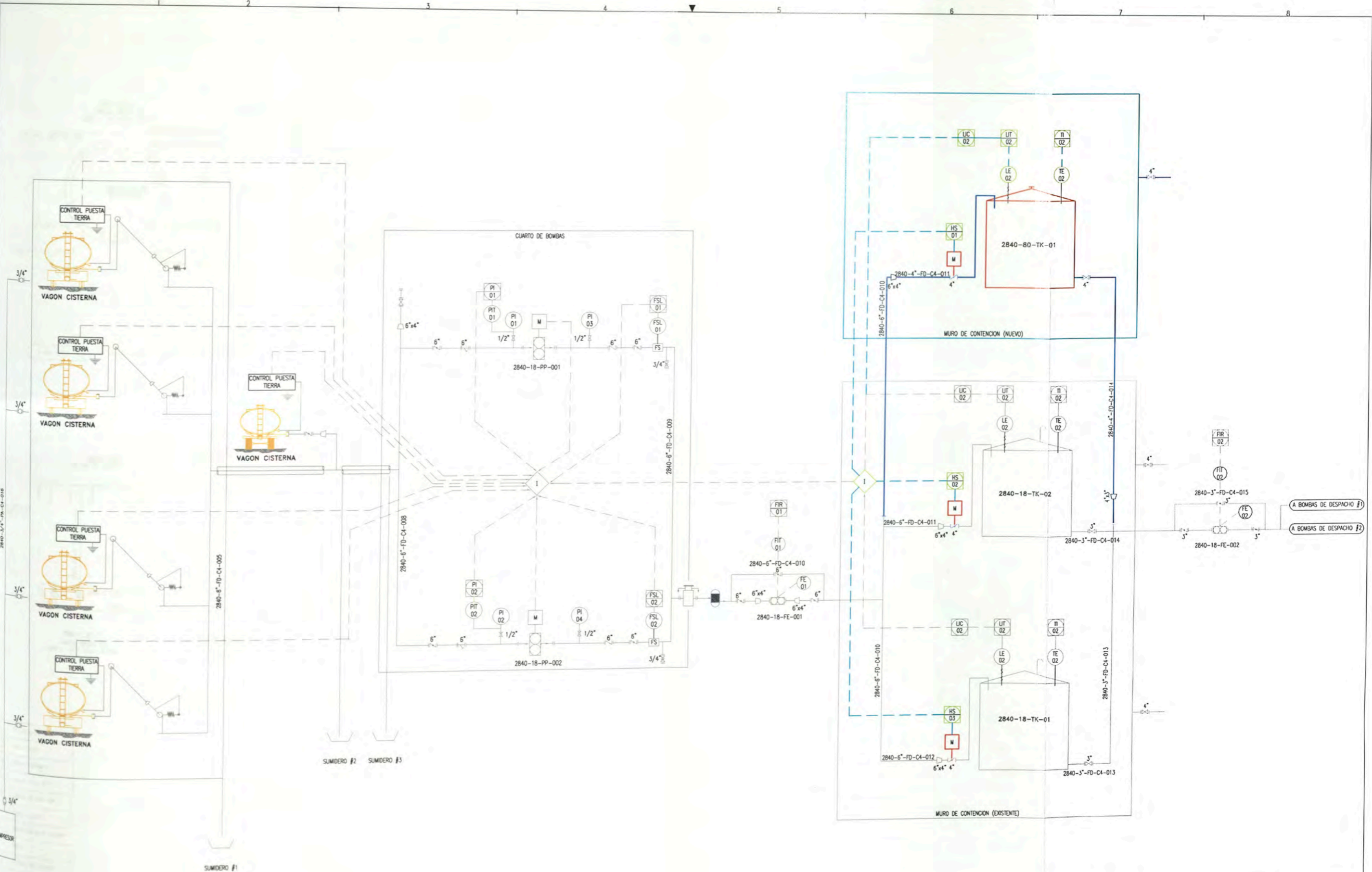

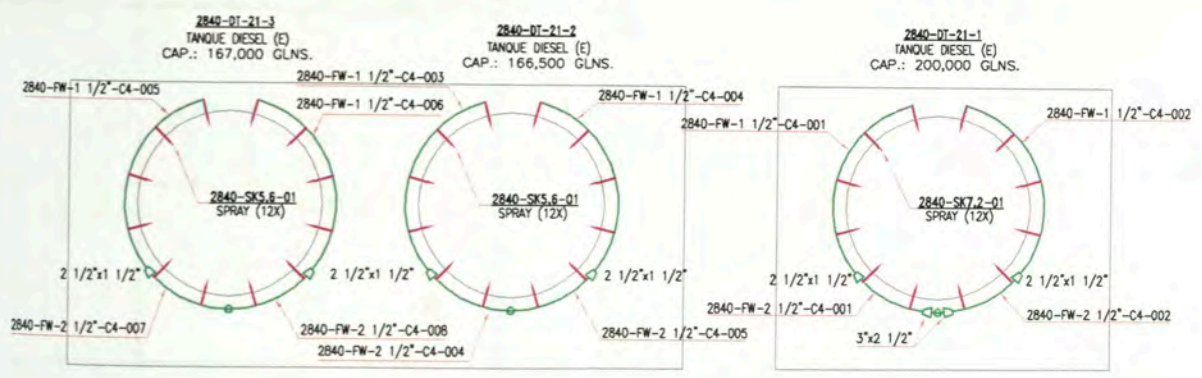


DIAGRAMA DE PROCESOS - PFD

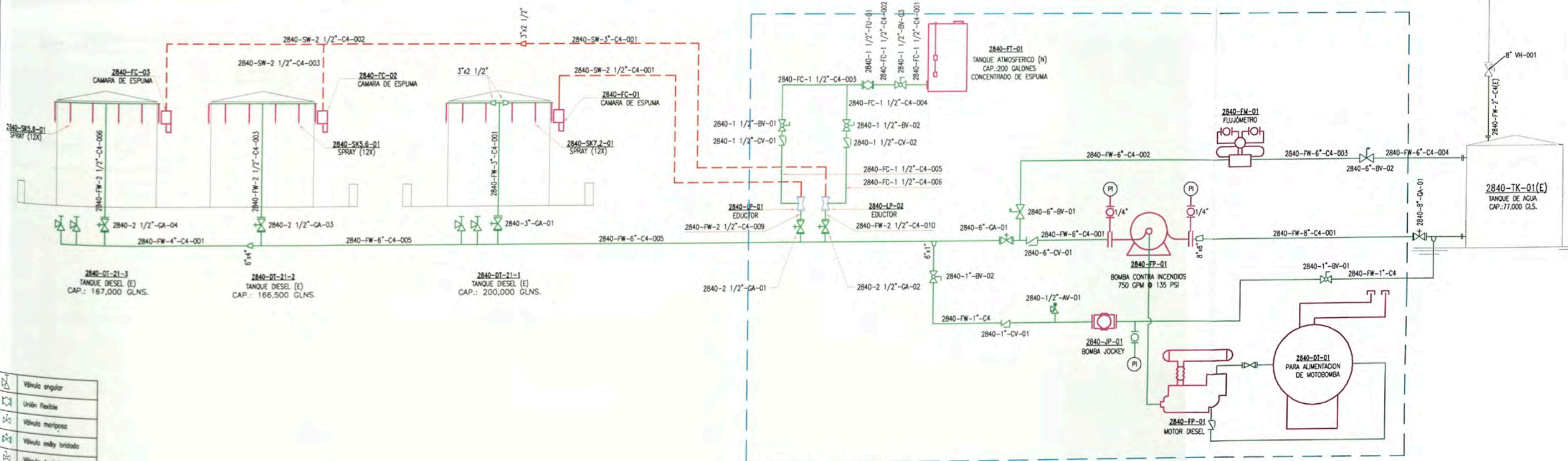
DIBUJO:	R. OCAÑA	ESCALA:	SIN ESCALA	PROYECTO:	NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE D-2 DE 200,000 GLS
DISEÑO:	R. OCAÑA	FECHA:	OCT. 2010	DESCRIPCION:	PFD SISTEMA CONTRA INCENDIO
APROBO:	R. OCAÑA			PLANO N°:	2840-6-042
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				SUSTITUYE A:	N°0
				SUSTITUIDO POR:	



DIBUJO:	R. OCAÑA	ESCALA:	PROYECTO:
DISERIO:	R. OCAÑA	SIN ESCALA	NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE D-2 DE 200,000 GLS
APROBO:	R. OCAÑA	FECHA:	DESCRIPCION:
		OCT. 2009	P&ID
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	PLANO N°:	2840-6-043	REV. N°0
	SUSTITUYE A:		
	SUSTITUIDO POR:		



A RED EXIST. DE RED EXIST.

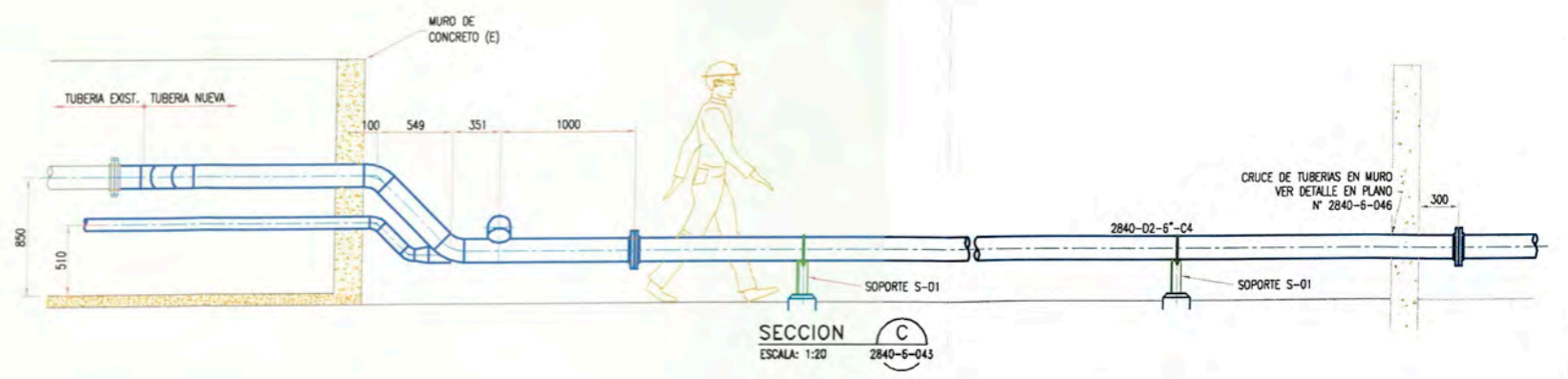
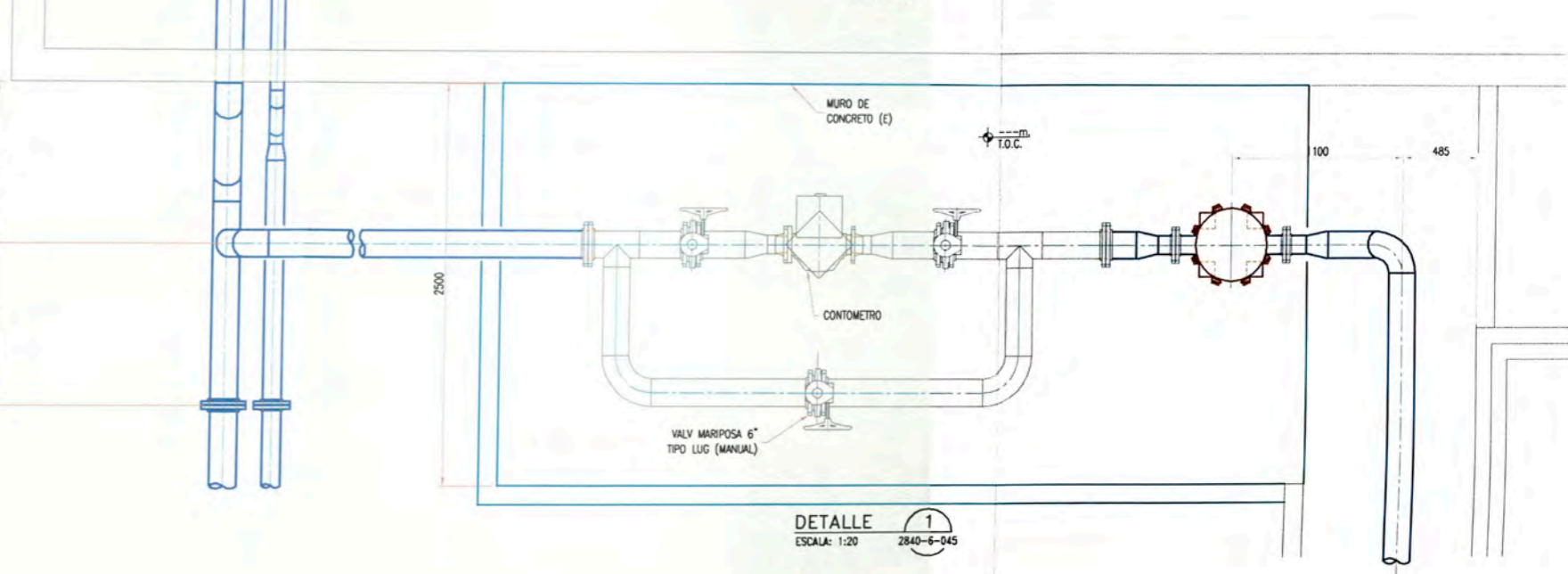
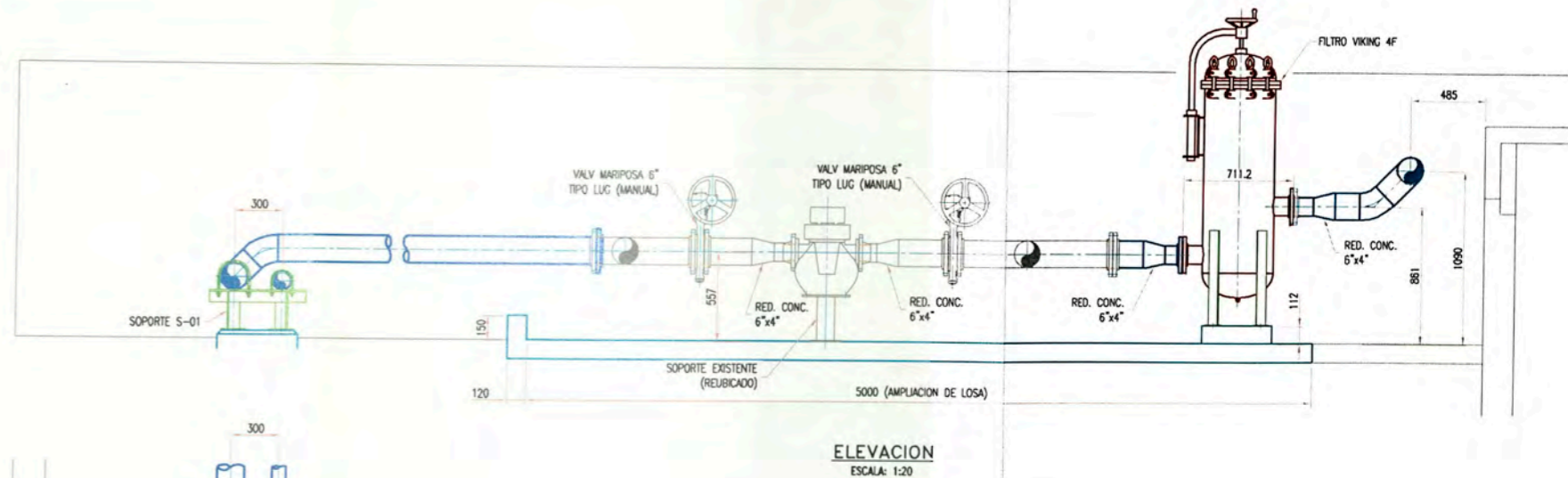
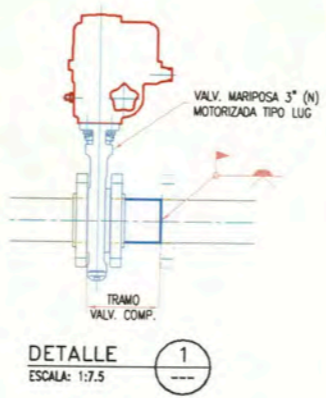
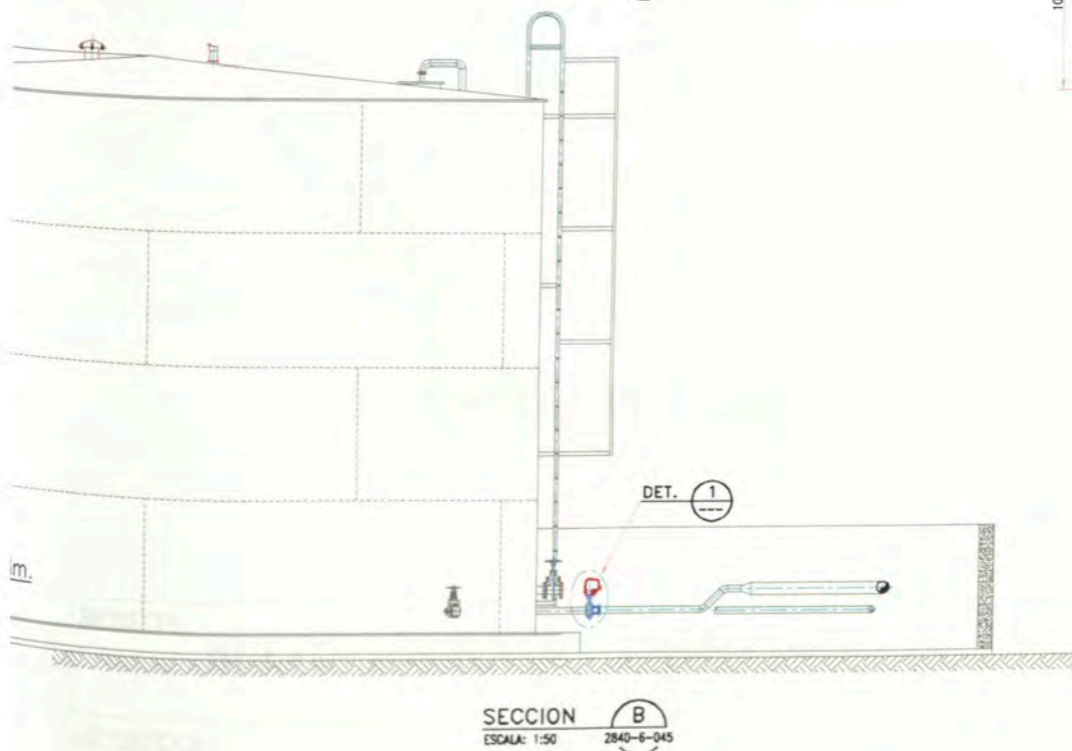
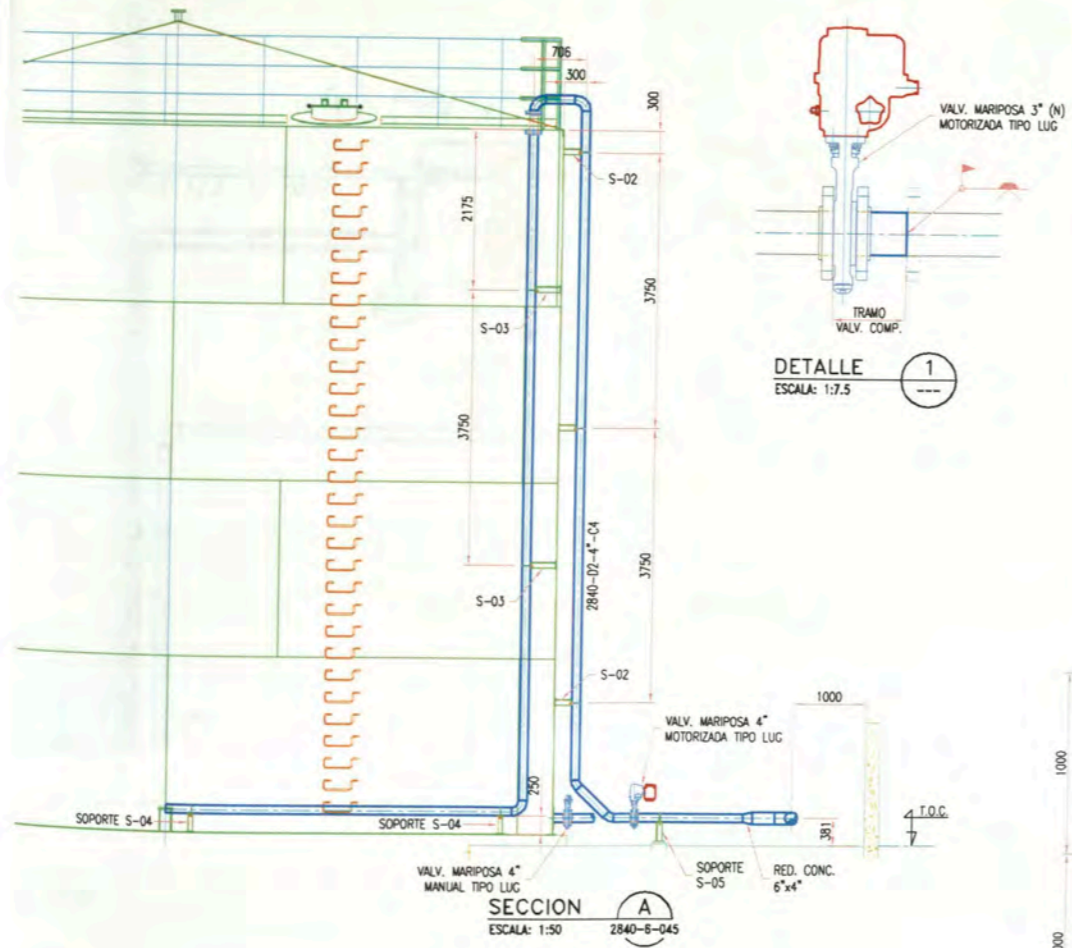


	Vista angular
	Unión flexible
	Válvula mariposa
	Válvula mariposa con manija
	Válvula de bola npt
	Válvula check
	Vista de eje angular
	Spray
	Cámara de Espuma
	Reducción
	Reducción excéntrica

CUARTO DE BOMBAS (N)

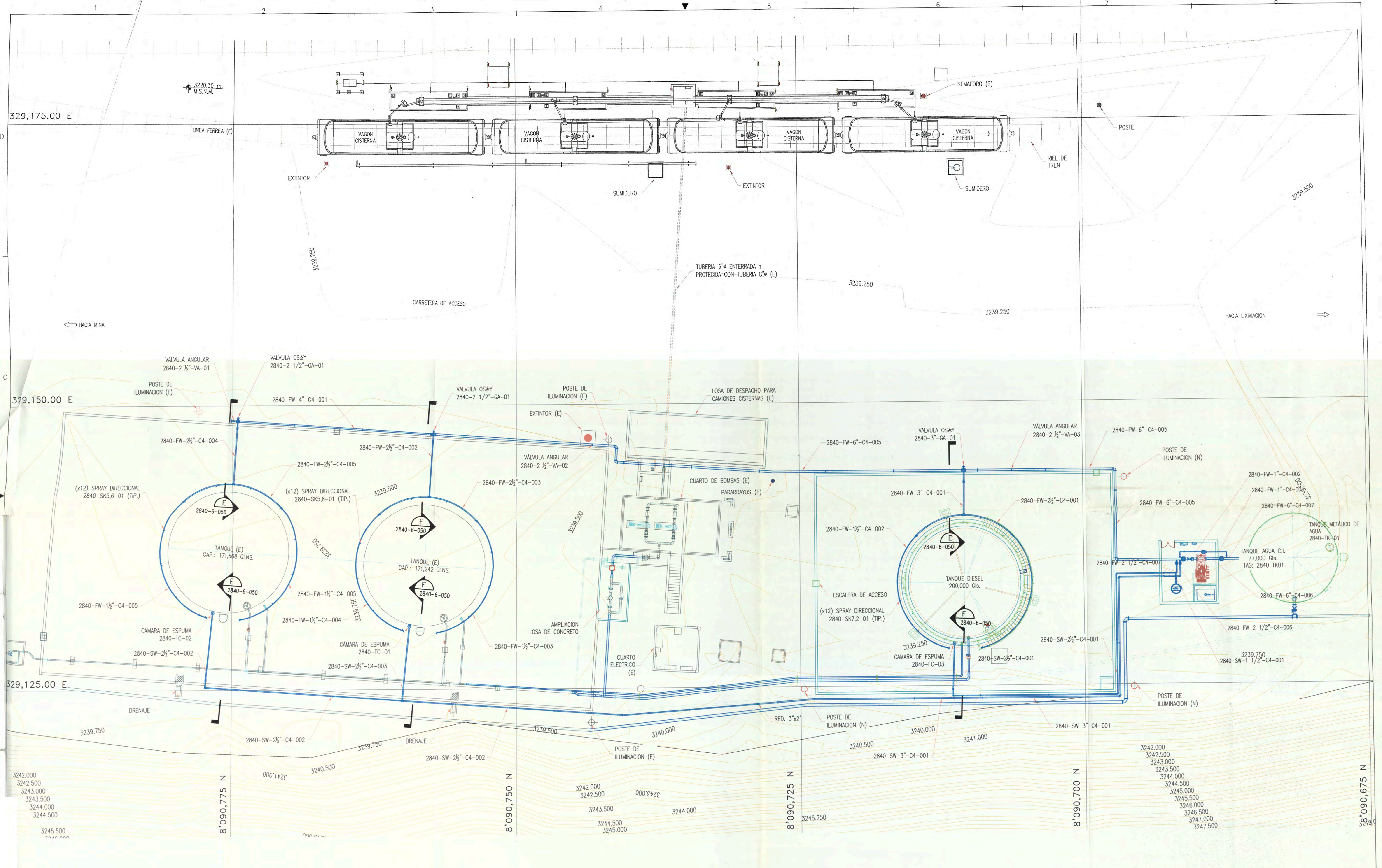
DIBUJO:	R. OCAÑA	ESCALA:	SIN ESCALA	PROYECTO:	NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE D-2 DE 200,000 GLS
DISEÑO:	R. OCAÑA	FECHA:	OTC. 2009	DESCRIPCIÓN:	P&ID SISTEMA CONTRA INCENDIO
APROBO:	R. OCAÑA				
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA				PLANO N°:	2840-6-044
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA				SUSTITUYE A:	
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA				SUSTITUIDO POR:	
					REV. N°0



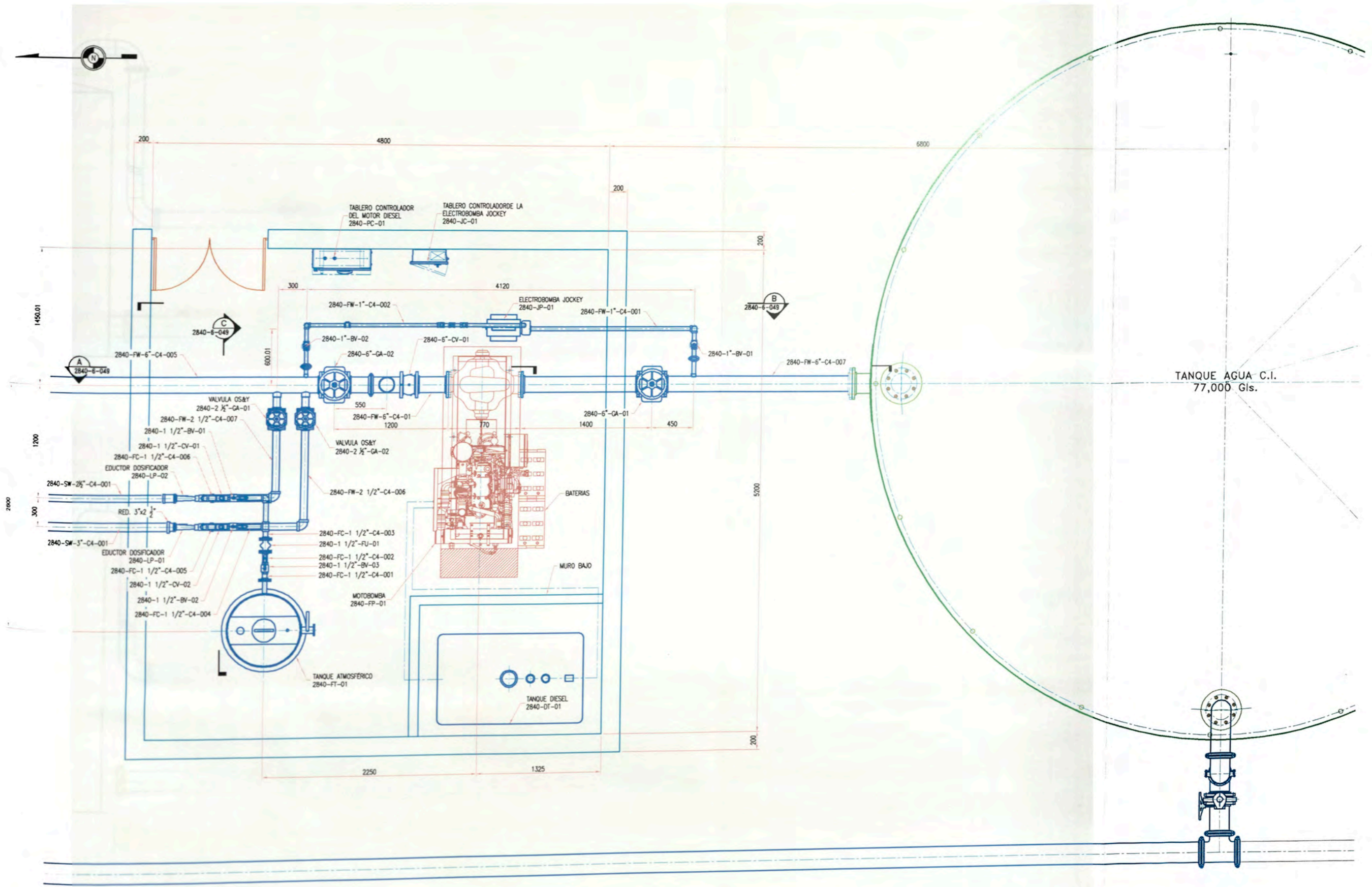


DIBUJO:	R. OCAÑA	ESCALA:	INDICADA	PROYECTO:	NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE D-2 DE 200,000 GLS
DISÑO:	R. OCAÑA	FECHA:	OTC. 2010	DESCRIPCION:	SECCIONES Y DETALLES DE TUBERIAS DE DIESEL 2
APROBO:	R. OCAÑA			PLANO N°:	2840-6-046
				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	
				REV.	N°0



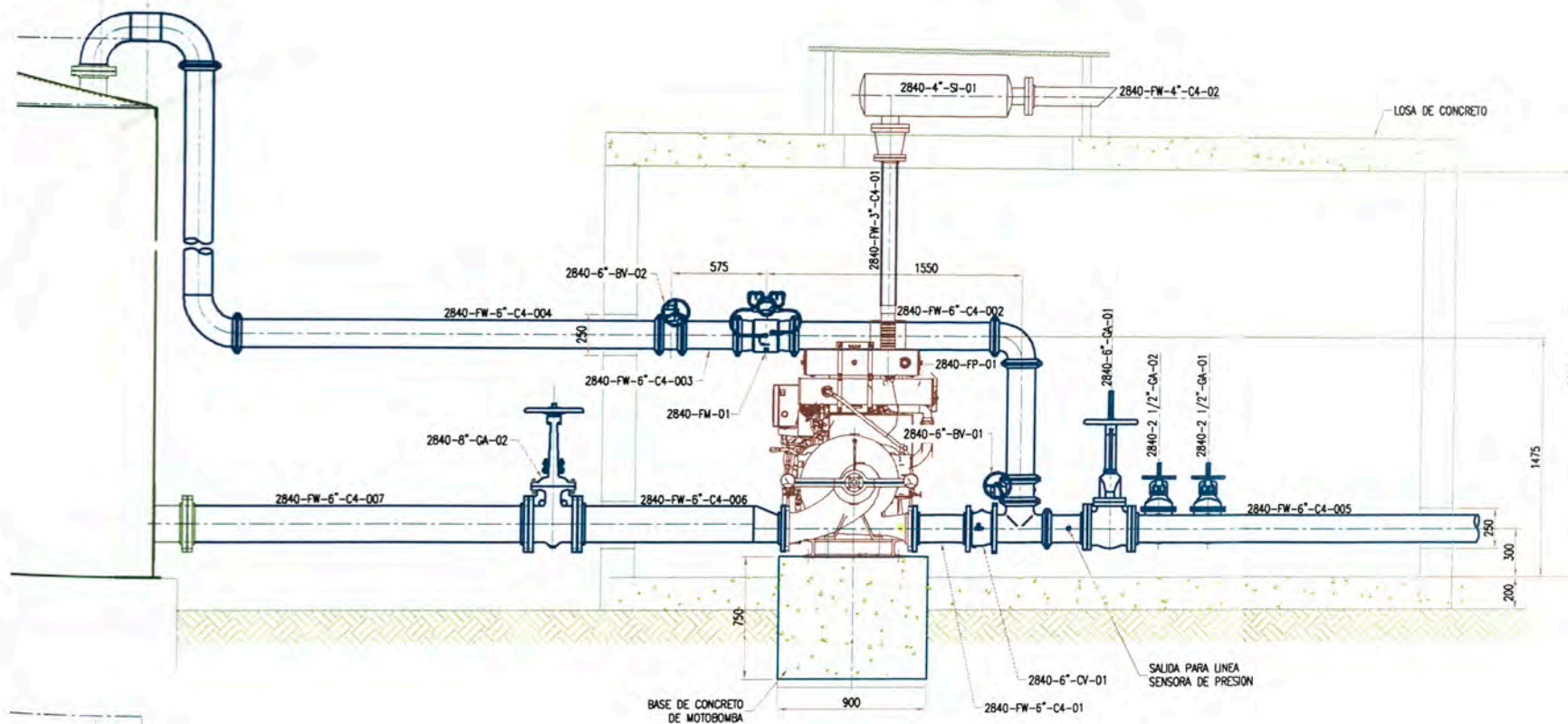


DIBUJO:	R. OCAÑA	ESCALA:	PROYECTO:
DISEÑO:	R. OCAÑA	SIN ESCALA	NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE D-2 DE 200,000 GLS
APROBO:	R. OCAÑA	FECHA:	DESCRIPCION:
		DIC. 2009	DISTRIBUCION GENERAL DE TUBERIAS AGUA CONTRA INCENDIO
			PLANO N°: 2840-6-047
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA			SUSTITUYE A:
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA			SUSTITUIDO POR:
			REV. N°0

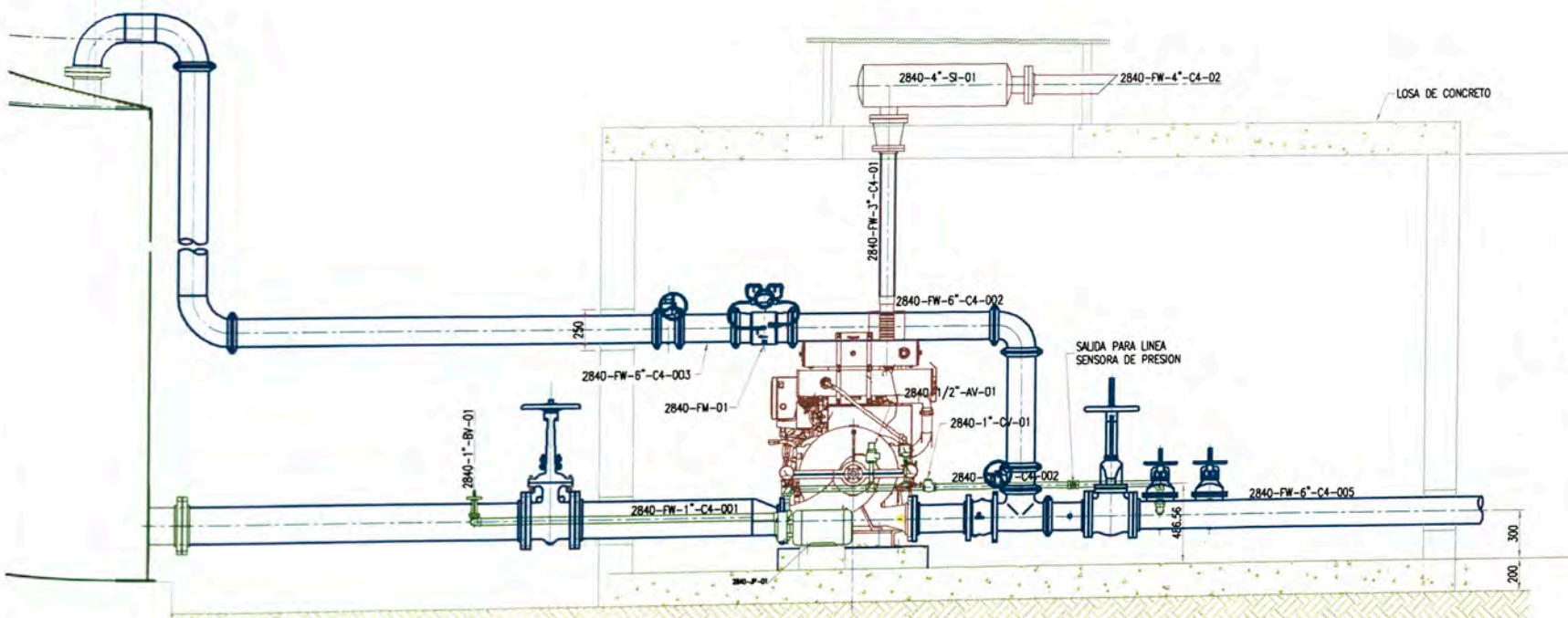


DIBUJO:	R. OCAÑA	ESCALA:	1:20	PROYECTO:	NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE D-2 DE 200,000 GLS
DISEÑO:	R. OCAÑA	FECHA:	OCT. 2010	DESCRIPCION:	CUARTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO - PLANTA
APROBO:	R. OCAÑA				

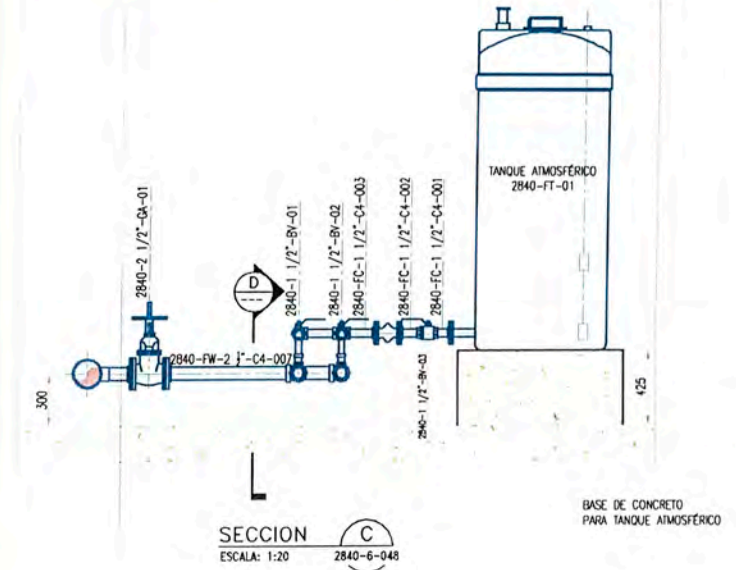
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA	PLANO N°: 2840-6-048	REV.
	SUSTITUYE A:	N°0



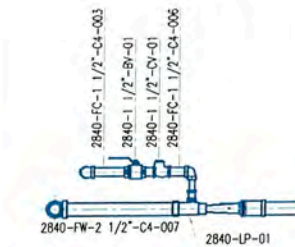
SECCION A  
ESCALA: 1:20 2840-6-048



SECCION B  
ESCALA: 1:20 2840-6-048

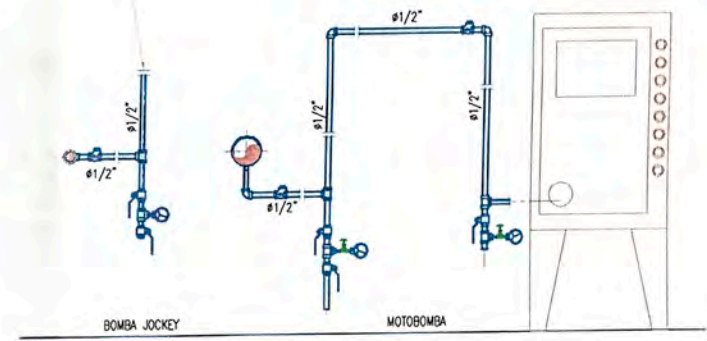


SECCION C  
ESCALA: 1:20 2840-6-048




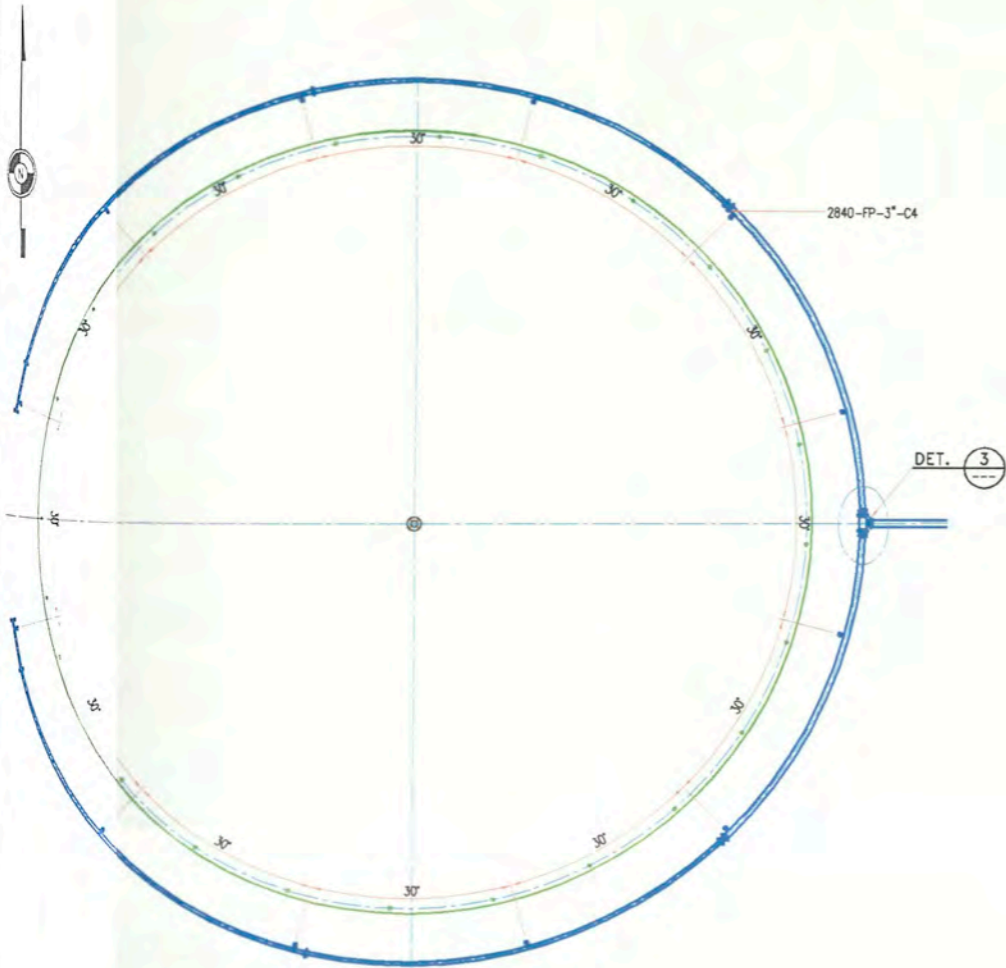
SECCION D  
ESCALA: 1:20

CONTINUA RUTA SIMILAR A LA LINEA SENSORA DE MOTOBOMBA VA A PANEL DE CONTROL DE BOMBA JOCKEY

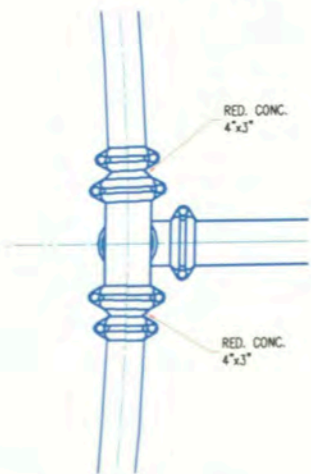


DETALLE 2  
LINEA SENSORA DE PRESION  
SIN ESCALA

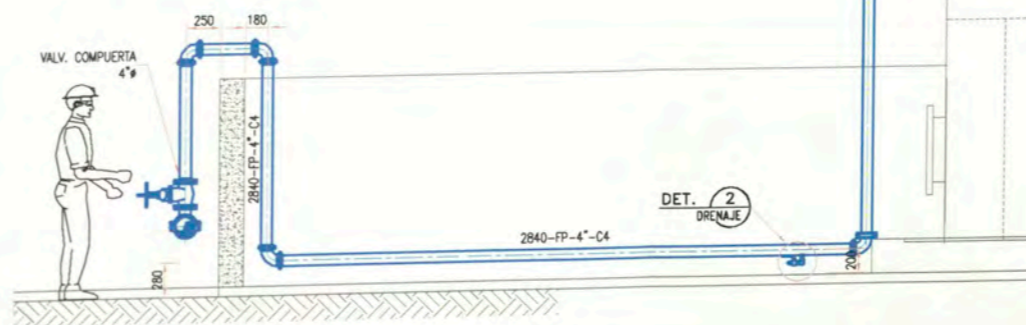
DIBUJO:	R. OCAÑA	ESCALA:	INDICADA	PROYECTO:	NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE D-2 DE 200,000 GLS
DISENO:	R. OCAÑA	FECHA:	OCT. 2010	DESCRIPCION:	CUARTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO - SECCIONES Y DETALLES
APROBO:	R. OCAÑA				
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	PLANO N°:	2840-6-049		REV.	N°0
	SUSTITUTE A:				
SUSTITUIDO POR:					



DETALLE 2  
ESCALA: 1:50 2840-6-045



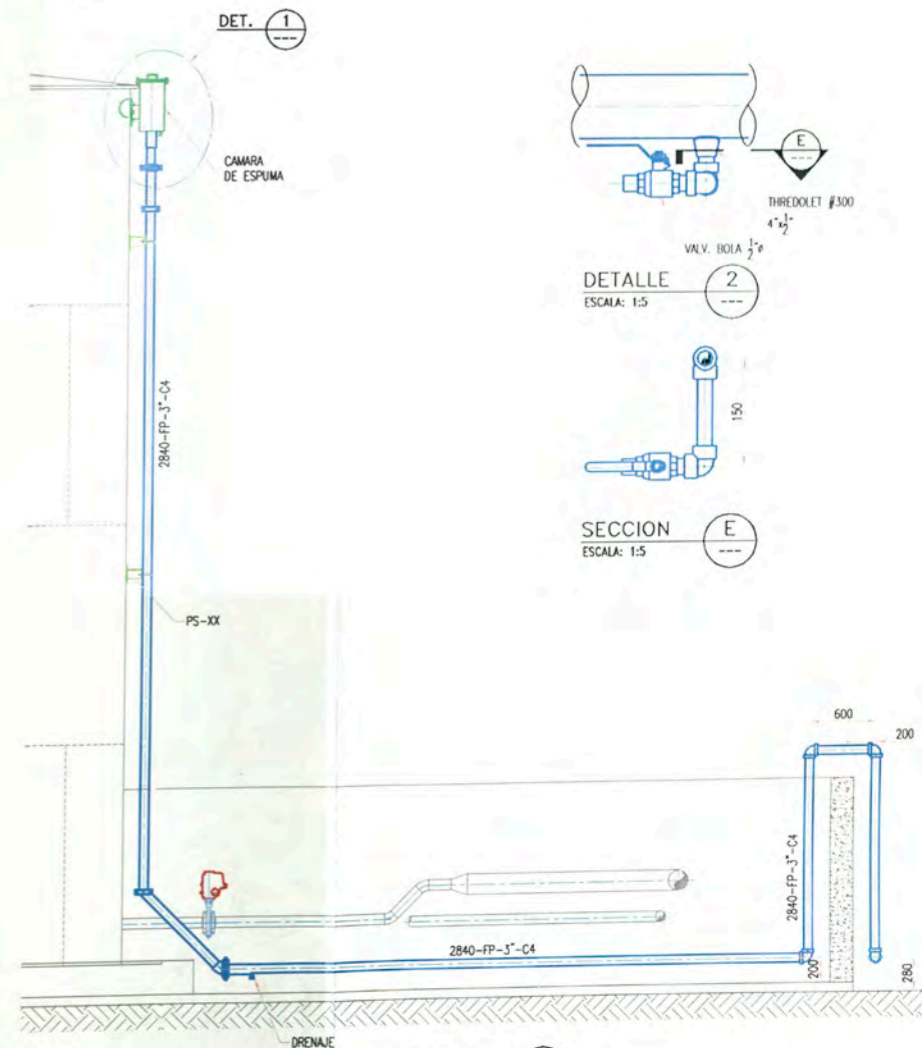
DETALLE 3  
ESCALA: 1:7.5



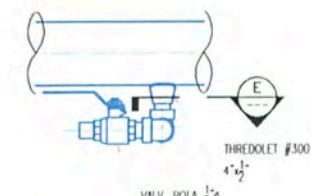
SECCION E  
ESCALA: 1:30 2840-6-045



SECCION D  
ESCALA: 1:30 2840-6-045



SECCION F  
ESCALA: 1:50 2840-6-045



DETALLE 2  
ESCALA: 1:5



SECCION E  
ESCALA: 1:5

DIBUJO:	R. OCAÑA	ESCALA:	INDICADA	PROYECTO:	NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE D-2 DE 200,000 GLS
DISÑO:	R. OCAÑA	FECHA:	OCT. 2010	DESCRIPCION:	SECCIONES Y DETALLES DE TUBERIAS AGUA CONTRA INCENDIO
APROBO:	R. OCAÑA			PLANO N°:	2840-6-050
				SUSTITUYE A:	N°0
				SUSTITUIDO POR:	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA

PLANO N°: 2840-6-050  
SUSTITUYE A:  
SUSTITUIDO POR:

REV. N°0

## **ANEXOS**

**FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD**

(Conforme al Reglamento CE N° 1907/2006 - REACH)

**Diesel B2****1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO**

Empresa: <b>REFINERÍA LA PAMPILLA S.A.A.</b>  Dirección: <b>Casilla Postal 10245</b> <b>25 Carretera a Ventanilla.</b> <b>a-1</b>  Tel: <b>(51-1) 517-2021</b> <b>(51-1) 517-2022</b>  Fax: <b>(51-1) 517-2026</b>	<b>Nombre comercial:</b> Diesel B2  <b>Nombre químico:</b>	
	<b>Sinónimos:</b> Combustible para motor diesel.	
	<b>Fórmula:</b> Mezcla compleja de hidrocarburos del petróleo con 2% vol de ésteres metílicos de aceites vegetales.	<b>N° CAS:</b> NP
<b>N° CE (EINECS):</b> NP		<b>N° Anexo I (Dir. 67/548/CEE):</b> NP

**2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS**

<b>FÍSICO/QUÍMICOS</b>	<b>TOXICOLÓGICOS (SÍNTOMAS)</b>
Combustible si se calienta por encima de punto de inflamación.	<p><b>Inhalación:</b> La exposición repetida y prolongada a altas concentraciones de vapor causa irritación de las vías respiratorias y alteraciones del sistema nervioso central. En casos extremos puede dar lugar a neumonía química.</p> <p><b>Ingestión/Aspiración:</b> Causa irritación en la garganta y estómago. La aspiración de gasóleo a los pulmones puede producir daño pulmonar.</p> <p><b>Contacto piel/ojos:</b> El contacto prolongado y repetido puede producir irritación y causar dermatitis. El contacto con los ojos puede causar irritación si se produce en altas concentraciones.</p> <p><b>Efectos tóxicos generales:</b> Peligro de aspiración hacia los pulmones. Los efectos más comunes son irritación de las vías respiratorias, ojos y piel. Posibles efectos cancerígenos. Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.</p>

**3. COMPOSICIÓN**

**Composición general:** Mezcla de 98% volumen de gasóleo de automoción (Diesel N°2) con 2% vol de ésteres metílicos de aceites vegetales.

<b>Componentes peligrosos</b>	<b>Rango %</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Frases S</b>
Combustibles para motor diesel. CAS # 68334-30-5 CE (EINECS) #269-822-7 Anexo I (Dir. 67/548/CEE) # 649-224-00-6	> 50	Carc. Cat. 3; R40 Xn; R65 R66 N; R51/53	S16-36/37-61-62

#### 4. PRIMEROS AUXILIOS

**Inhalación:** Trasladar al afectado a una zona de aire fresco. Si la respiración es dificultosa practicar respiración artificial o aplicar oxígeno.

**Ingestión/Aspiración:** NO INDUCIR EL VÓMITO para evitar la aspiración hacia los pulmones. En caso de entrada accidental de pequeñas cantidades de producto a la boca es suficiente el enjuague de la misma hasta la desaparición del sabor.

**Contacto piel/ojos:** Quitar inmediatamente la ropa impregnada. Lavar las partes afectadas con agua y jabón. En caso de contacto con los ojos, lavar abundantemente con agua durante unos 15 minutos. Solicitar asistencia médica.

**Medidas generales:** Solicitar asistencia médica.

#### 5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

**Medidas de extinción:** Agua pulverizada, espuma, polvo químico, CO<sub>2</sub>.

NO UTILIZAR NUNCA CHORRO DE AGUA DIRECTO.

**Contraindicaciones:** NP

**Productos de combustión:** CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, hidrocarburos inquemados, hollín.

**Medidas especiales:** Mantener alejados de la zona de fuego los recipientes con producto. Enfriar los recipientes expuestos a las llamas. Si no se puede extinguir el incendio dejar que se consuma controladamente. Consultar y aplicar planes de emergencia en el caso de que existan.

**Peligros especiales:** Material combustible. Puede arder por calor, chispas, electricidad estática o llamas. El vapor puede alcanzar fuentes remotas de ignición e inflamarse. Los recipientes, incluso vacíos, pueden explotar con el calor desprendido por el fuego. Peligro de explosión de vapores en el interior, exterior o en conductos. Nunca verter a una alcantarilla o drenaje, puede inflamarse o explotar.

**Equipos de protección:** Prendas para lucha contra incendios resistentes al calor. Cuando exista alta concentración de vapores o humos utilizar aparato de respiración autónoma.

#### 6. MEDIDAS EN CASO DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL

**Precauciones para el medio ambiente:** Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Los vertidos forman una película sobre la superficie del agua impidiendo la transferencia de oxígeno.

**Detoxificación y limpieza:** Derrames pequeños: Secar la superficie con materiales ignífugos y absorbentes. Depositar los residuos en contenedores cerrados para su posterior eliminación.

Derrames grandes: Evitar la extensión del líquido con barreras.

**Precauciones personales:** Aislar el área. Eliminar todas las fuentes de ignición; evitar chispas, llamas o fumar en la zona afectada.

**Protección personal:** Guantes impermeables. Calzado de seguridad. Protección ocular en caso de riesgo de salpicaduras. Aparatos de respiración autónoma si es necesario.



## 7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

### Manipulación:

*Precauciones generales:* Evitar la exposición a los vapores. En el trasvase utilizar guantes y gafas para protección de salpicaduras accidentales. No fumar en las áreas de manipulación del producto. Para el trasvase utilizar equipos conectados a tierra.

*Condiciones específicas:* En lugares cerrados usar sistema de ventilación local eficiente y antideflagrante. En trabajos en tanques vacíos no se debe soldar o cortar sin haber vaciado, purgado los tanques y realizado pruebas de explosividad. Se deben emplear procedimientos especiales de limpieza y mantenimiento de los tanques para evitar la exposición a vapores y la asfixia (consultar manuales de seguridad).

*Uso Específico:*

### Almacenamiento:

*Temperatura y productos de descomposición:* Puede producir monóxido de carbono y vapores irritantes, en combustión incompleta.

*Reacciones peligrosas:* Material combustible.

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

*Materiales incompatibles:* Oxidantes fuertes.

## 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

### Equipos de protección personal:

*Protección ocular:* Gafas de seguridad. Lavaojos.

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

*Protección cutánea:* Guantes impermeables.

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

*Precauciones generales:* Evitar el contacto prolongado y la inhalación de vapores.

*Prácticas higiénicas en el trabajo:* Seguir las medidas de cuidado e higiene de la piel, lavando con agua y jabón frecuentemente y aplicando cremas protectoras.

### Controles de exposición:

*Gasóleo:*

*TLV/TWA (ACGIH):* 100 mg/m<sup>3</sup>

*Umbral olfativo de detección:* 0.25 ppm

## 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto: Líquido oleoso.

pH: NP

Color:

Olor: Característico.

Punto de ebullición: PIE 149 °C, PFE: 385 máx. (ASTM D-86)

Punto de fusión/congelación:

Punto de inflamación/Inflamabilidad: 52 °C mín. (ASTM D-93)

Autoinflamabilidad: 257 °C

Propiedades explosivas: Límite inferior explosivo: 1.3%  
límite superior explosivo: 6 %

Propiedades comburentes: NP

Presión de vapor: (Reid) 0.004 Atm.

Densidad: 0.87 g/cm<sup>3</sup> a 15 °C (ASTM D-1298)

Tensión superficial: 25 dinas/cm<sup>2</sup> a 25 °C

Viscosidad: 1.7-4.1 cSt. a 40 °C (ASTM D-445)

Densidad de vapor: 3.4 (aire: 1)

Coef. reparto (n-octanol/agua):

Hidrosolubilidad: Muy baja.

Solubilidad: En disolventes del petróleo.

Otros datos: Punto de obstrucción filtro frío: -6 °C (verano e invierno)  
Calor de combustión: -45500 KJ/Kg (ASTM D-240)  
Azufre: 0.5 % masa máx. (ASTM D-4294)

## 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad: Producto estable a temperatura ambiente. Combustible por encima de su punto de ebullición.

Condiciones a evitar: Exposición a llamas, chispas, calor.

Incompatibilidades: Oxidantes fuertes.

Productos de combustión/descomposición peligrosos: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO(en caso de combustión incompleta), hidrocarburos inquemados

Riesgo de polimerización: NP

Condiciones a evitar: NP

## 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Vías de entrada: La inhalación es la ruta más frecuente de exposición. Contacto con la piel, ojos e ingestión son otras vías probables de exposición.

Efectos agudos y crónicos: La aspiración a los pulmones como consecuencia de la ingestión o el vómito, es muy peligrosa. La inhalación produce irritación de las vías respiratorias y el contacto prolongado y repetido irritación de piel y ojos. Posibles efectos cancerígenos. DL<sub>50</sub> > 5 g/Kg (oral-rata)

Carcinogenicidad: Clasificación CE: Categoría 3 (Sustancias cuyos posibles efectos carcinogénicos en el hombre son preocupantes, pero de las que se dispone de información suficiente para realizar una evaluación satisfactoria)

Toxicidad para la reproducción: No existen evidencias de toxicidad para la reproducción en mamíferos.

Condiciones médicas agravadas por la exposición: Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas. No se debe ingerir alcohol dado que promueve la absorción intestinal de los gasóleos.

## 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

### Forma y potencial contaminante:

*Persistencia y degradabilidad:* Liberado en el medio ambiente los componentes más ligeros tenderán a evaporarse y fotooxidarse por reacción con los radicales hidroxilos, el resto de los componentes más pesados también pueden estar sujetos a fotooxidación pero lo normal es que sean absorbidos por el suelo o sedimentos. Liberado en el agua flota y se separa y aunque es muy poco soluble en agua, los componentes más solubles podrán disolverse y dispersarse. En suelos y sedimentos, bajo condiciones aeróbicas, la mayoría de los componentes del gasóleo están sujetos a procesos de biodegradación, siendo en condiciones anaerobias más persistente. Posee un DBO de 8% en cinco días.

*Movilidad/Bioacumulación:* Los log  $K_{ow}$  de los componentes del gasóleo sugieren su bioacumulación, pero los datos de literatura demuestran que esos organismos testados son capaces de metabolizar los hidrocarburos del gasóleo.

**Efecto sobre el medio ambiente:** Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

## 13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

**Métodos de eliminación de la sustancia (excedentes):** Combustión o incineración.

### Residuos:

*Eliminación:* Los materiales contaminados serán depositados en vertederos controlados y como última alternativa podrán ser incinerados en tanto se cumplan las condiciones técnicas apropiadas. Remitirse a un gestor autorizado.

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

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

## 14. CONSIDERACIONES RELATIVAS AL TRANSPORTE

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

### Información complementaria:

Número ONU: 1993

ADR/RID: Clase 3. Grupo de embalaje: III

Número de identificación del peligro: 30

IATA-DGR: Clase 3. Grupo de embalaje: III

Nombre de expedición: LÍQUIDO INFLAMABLE, N.E.P.

IMDG: Clase 3. Grupo de embalaje: III

## 15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

### CLASIFICACIÓN

### ETIQUETADO

**R10**  
**Carc. Cat. 3; R40**  
**Xn; R65**  
**R66**  
**N; R51/53**

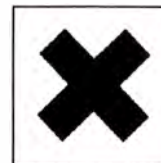
**Símbolos: Xn, N**

#### Frases R

R10: Inflamable  
 R40: Posibles efectos cancerígenos.  
 R65: Nocivo: Si se ingiere puede causar daño pulmonar.  
 R66: La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.  
 R51/53: Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

#### Frases S

S16: Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas – No fumar.  
 S36/37: Úsese indumentaria y guantes de protección adecuados.  
 S61: Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.  
 S62: En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstresele la etiqueta o el envase.



### Otras regulaciones:

## 16. OTRAS INFORMACIONES

### Bases de datos consultadas

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

### Frases R incluidas en el documento:

### Normativa consultada

Ley Nº 27314: Ley general de residuos sólidos.  
 D.S. 057-2004-PCM: que aprueba el reglamento de la Ley Nº 27314, Ley general de residuos sólidos.  
 D.S. 015-2006-EM: Reglamento para la protección ambiental en las actividades de hidrocarburos.  
 D.S. 026-94-EM: Reglamento de seguridad para el transporte de hidrocarburos.  
 D.S. 030-98-EM: Reglamento para la comercialización de combustibles líquidos y otros productos derivados de los hidrocarburos.  
 D.S. 045-2001-EM: Reglamento para la Comercialización de Combustibles Líquidos y otros Productos Derivados de los Hidrocarburos.  
 D.S. 041-2005-EM: Modificación del D.S. 025-2005-EM que aprueba el cronograma de reducción progresiva del contenido de azufre en el combustible Diesel Nº 1 y Nº 2.  
 D.S. 025-2005-EM: Aprueban cronograma de reducción progresiva del contenido de azufre en el combustible Diesel Nº 1 y Nº 2.  
 Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías peligrosas por carretera (ADR).  
 Reglamento relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril (RID).  
 Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (IMDG).  
 Regulaciones de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA) relativas al transporte de mercancías peligrosas por vía aérea.  
 D.S. 021-2007-EM: Reglamento para la Comercialización de Biocombustibles.  
 R.S. 165-2008-MEM/DM: Calidad y métodos de ensayo para medir las propiedades de los combustibles Diesel B2, Diesel B5 y Diesel B20.

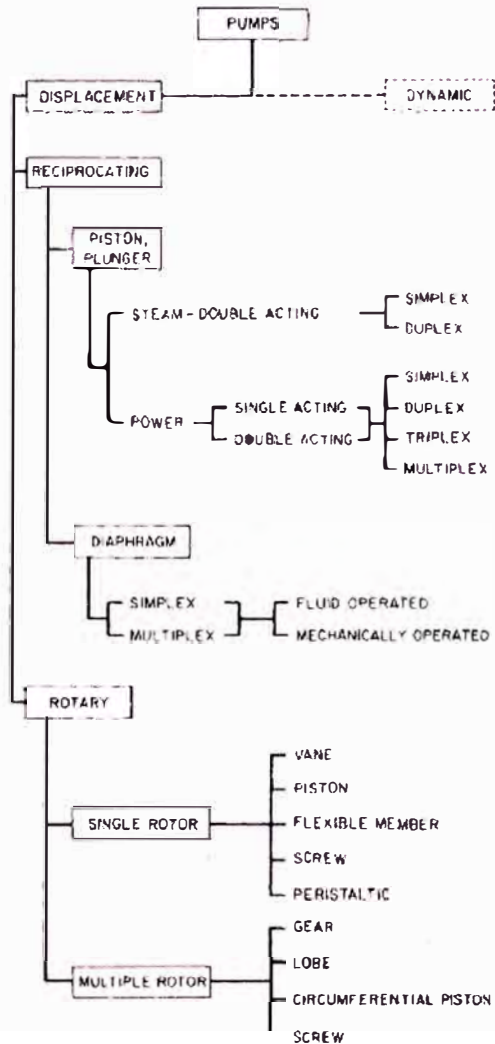
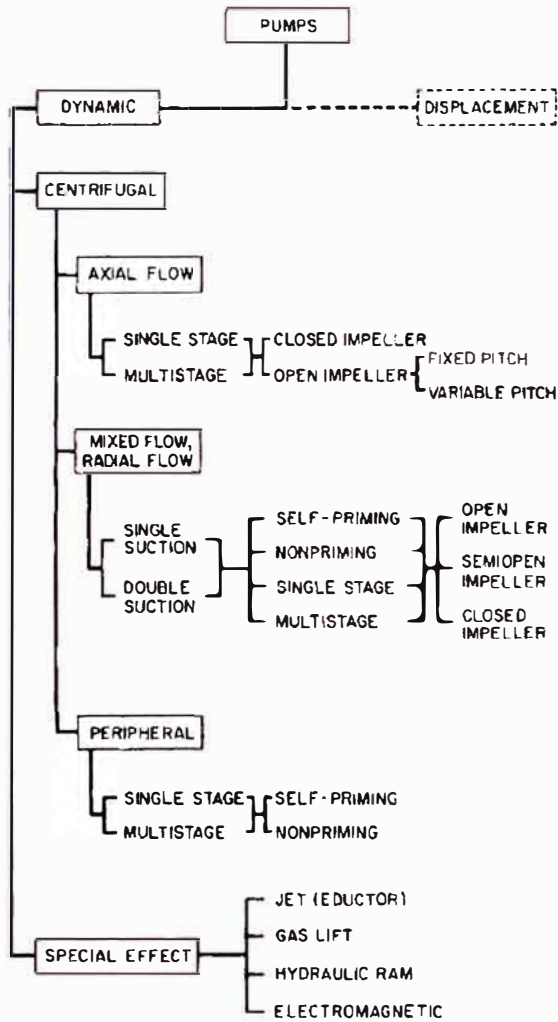
### Glosario

IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer  
 CGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists.  
 LV: Valor Límite Umbral  
 WA: Media Ponderada en el tiempo  
 TEL: Límite de Exposición de Corta Duración  
 REL: Límite de Exposición Recomendada  
 PEL: Límite de Exposición Permitido  
 NIOSH: Instituto Nal. De Seguridad e Higiene en el Trabajo

VLA-ED: Valor Límite Ambiental – Exposición Diaria  
 VLA-EC: Valor Límite Ambiental - Exposición Corta  
 DL50: Dosis Letal Media  
 CL50: Concentración Letal Media  
 CE50: Concentración Efectiva Media  
 CI50: Concentración Inhibitoria Media  
 BOD: Demanda Biológica de Oxígeno.  
 NP: No Pertinente  
 | : Cambios respecto a la revisión anterior

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

**ANEXO 2: CLASIFICACIÓN DE BOMBAS**



# VIKING ENGINEERING DATA

Section	510
Page	510.15
Issue	D

## SELECTING THE CORRECT VIKING PUMP

FIG. 10 (Continued) PRESSURE LOSSES FROM PIPE FRICTION  
(New Schedule 40 Steel Pipe)  
Loss in Pounds Per Square Inch Per Foot of Pipe\*

GPM	PIPE SIZE	VISCOSITY, SSU																
		32 (Water)	50	100	200	400	600	800	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10,000
120	2	.11	.14	.15	.18	.18	.24	.32	.40	.80	1.1	1.5	2.0	2.4	2.9	3.2	3.7	4.0
	2½	.045	.060	.075	.078	.078	.12	.15	.19	.40	.60	.77	.99	1.2	1.3	1.5	1.8	1.9
	3	.015	.020	.026	.032	.032	.050	.065	.080	.16	.25	.32	.40	.50	.56	.65	.72	.80
	4	.0040	.0057	.0072	.010	.011	.017	.022	.028	.054	.083	.11	.14	.17	.19	.22	.24	.28
140	2½	.060	.078	.10	.11	.11	.14	.18	.23	.45	.88	.90	1.1	1.3	1.6	1.8	2.0	2.3
	3	.020	.027	.034	.038	.038	.058	.076	.095	.19	.29	.38	.46	.58	.66	.76	.85	.95
	4	.0054	.0075	.0098	.011	.013	.020	.025	.031	.063	.10	.13	.16	.20	.23	.25	.29	.32
	6	.00067	.0010	.0013	.0013	.0024	.0037	.0050	.0060	.012	.018	.024	.030	.037	.042	.050	.055	.060
150	2½	.065	.085	.11	.13	.14	.14	.19	.24	.50	.70	.95	1.2	1.4	1.6	1.9	2.2	2.4
	3	.022	.030	.038	.040	.040	.060	.080	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90	1.0
	4	.0060	.0085	.011	.013	.014	.021	.027	.035	.078	.10	.14	.17	.21	.24	.27	.32	.35
	6	.00075	.0011	.0013	.0013	.0026	.0040	.0052	.0065	.013	.020	.026	.032	.040	.047	.052	.058	.065
160	2½	.077	.10	.11	.11	.11	.15	.20	.25	.50	.75	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.3	2.5
	3	.025	.035	.044	.050	.050	.065	.087	.11	.22	.33	.44	.55	.65	.76	.87	.98	1.1
	4	.0070	.0095	.012	.014	.015	.022	.030	.037	.071	.11	.15	.18	.22	.26	.30	.33	.37
	6	.00086	.0012	.0015	.0015	.0028	.0042	.0055	.0070	.014	.021	.028	.035	.041	.049	.055	.064	.070
180	2½	.10	.12	.15	.18	.18	.18	.23	.29	.58	.87	1.1	1.5	1.8	2.0	2.3	2.6	2.9
	3	.032	.042	.053	.065	.071	.074	.10	.12	.25	.37	.50	.62	.74	.85	1.0	1.1	1.2
	4	.0084	.012	.015	.016	.016	.025	.032	.041	.081	.13	.17	.21	.25	.30	.32	.37	.41
	6	.0011	.0016	.0020	.0027	.0031	.0047	.0063	.0080	.016	.023	.031	.040	.047	.055	.063	.070	.080
200	2½	.12	.14	.18	.19	.20	.20	.25	.32	.63	.96	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5	2.8	3.2
	3	.040	.052	.064	.075	.078	.081	.11	.13	.27	.42	.55	.70	.81	.95	1.1	1.2	1.3
	4	.010	.014	.018	.020	.020	.027	.036	.045	.090	.14	.18	.23	.28	.32	.36	.41	.45
	6	.0013	.0019	.0025	.0032	.0035	.0052	.0070	.0089	.018	.026	.035	.045	.052	.060	.070	.079	.089
250	3	.060	.075	.092	.10	.11	.11	.14	.17	.35	.50	.68	.84	1.0	1.2	1.4	1.5	1.7
	4	.016	.021	.026	.031	.033	.035	.045	.058	.11	.18	.23	.29	.35	.40	.45	.52	.58
	6	.0020	.0028	.0035	.0042	.0044	.0066	.0088	.011	.022	.033	.044	.055	.066	.077	.088	.099	.11
	8	.00051	.00079	.0010	.0013	.0015	.0022	.0027	.0037	.0075	.011	.015	.019	.023	.028	.030	.034	.037
300	3	.085	.10	.13	.15	.17	.18	.18	.20	.40	.60	.80	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
	4	.022	.030	.036	.042	.044	.045	.055	.070	.14	.21	.28	.35	.42	.48	.55	.62	.70
	6	.0028	.0040	.0050	.0058	.0060	.0080	.010	.013	.026	.040	.052	.065	.080	.090	.10	.11	.13
	8	.00070	.0011	.0014	.0017	.0018	.0027	.0033	.0045	.0090	.013	.018	.023	.027	.031	.035	.040	.045
400	3	.15	.18	.21	.25	.26	.26	.27	.28	.56	.84	1.1	1.4	1.7	1.8	2.1	2.4	2.8
	4	.040	.050	.060	.070	.073	.075	.078	.090	.18	.28	.37	.46	.55	.64	.72	.82	.90
	6	.0047	.0065	.0080	.0097	.010	.010	.014	.017	.035	.051	.070	.089	.10	.12	.14	.16	.17
	8	.0012	.0018	.0023	.0027	.0027	.0035	.0045	.0060	.012	.018	.024	.030	.035	.041	.047	.053	.060
450	4	.046	.060	.073	.088	.095	.098	.10	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90	1.0
	6	.0060	.0080	.010	.012	.013	.013	.016	.020	.040	.060	.080	.10	.12	.14	.16	.18	.20
	8	.0016	.0022	.0029	.0033	.0033	.0040	.0050	.0066	.013	.020	.027	.034	.040	.046	.053	.060	.068
	10	.00052	.00075	.00095	.0012	.0012	.0016	.0022	.0028	.0055	.0082	.011	.014	.016	.019	.022	.025	.028
500	4	.060	.071	.090	.11	.12	.13	.13	.13	.23	.35	.46	.57	.70	.80	.90	1.0	1.1
	6	.0074	.010	.012	.014	.016	.016	.018	.022	.044	.065	.086	.10	.13	.15	.18	.20	.22
	8	.0018	.0026	.0034	.0041	.0043	.0045	.0055	.0063	.015	.023	.030	.037	.045	.051	.060	.066	.075
	10	.00061	.00090	.0011	.0013	.0013	.0018	.0024	.0030	.0060	.0090	.012	.015	.018	.021	.025	.027	.030
600	4	.085	.10	.12	.14	.17	.20	.23	.25	.28	.42	.55	.70	.82	.93	1.0	1.2	1.4
	6	.010	.014	.016	.020	.022	.023	.024	.026	.051	.079	.10	.13	.16	.18	.21	.23	.26
	8	.0026	.0036	.0046	.0054	.0056	.0058	.0066	.0090	.018	.028	.036	.045	.054	.061	.071	.081	.090
	10	.00086	.0012	.0016	.0020	.0021	.0022	.0029	.0036	.0072	.011	.015	.018	.022	.025	.029	.033	.036
750	4	.13	.15	.18	.22	.27	.28	.29	.30	.34	.51	.70	.88	1.1	1.2	1.3	1.5	1.8
	6	.015	.020	.025	.028	.030	.031	.032	.032	.064	.10	.12	.16	.20	.22	.25	.29	.32
	8	.0040	.0055	.0065	.0081	.0090	.0095	.010	.011	.023	.034	.045	.055	.066	.080	.090	.10	.11
	10	.0013	.0018	.0022	.0027	.0028	.0028	.0036	.0045	.0090	.014	.018	.022	.027	.032	.038	.041	.045
800	6	.018	.024	.027	.032	.032	.033	.033	.035	.070	.10	.13	.17	.21	.25	.28	.31	.35
	8	.0046	.0062	.0080	.0095	.010	.011	.011	.012	.024	.036	.048	.060	.072	.084	.096	.10	.12
	10	.0014	.0020	.0026	.0032	.0033	.0033	.0038	.0050	.0098	.015	.020	.025	.029	.034	.040	.045	.050
	12	.00060	.00090	.0011	.0014	.0015	.0015	.0019	.0024	.0047	.0070	.0095	.012	.014	.017	.019	.022	.024
1000	6	.026	.035	.040	.050	.057	.065	.072	.079	.085	.13	.17	.21	.26	.30	.35	.39	.45
	8	.0070	.0093	.011	.014	.014	.015	.015	.015	.030	.045	.060	.075	.090	.10	.11	.12	.15
	10	.0022	.0030	.0038	.0047	.0047	.0048	.0049	.0060	.012	.018	.024	.030	.036	.042	.048	.055	.060
	12	.0095	.0013	.0017	.0020	.0022	.0022	.0024	.0030	.0060	.0090	.012	.015	.018	.021	.024	.027	.030
1050	6	.030	.037	.045	.054	.062	.070	.078	.085	.090	.13	.18	.23	.28	.31	.36	.40	.46
	8	.0080	.010	.012	.015	.015	.016	.016	.016	.031	.047	.063	.080	.094	.10	.12	.13	.16
	10	.0025	.0034	.0043	.0047	.0050	.0051	.0051	.0064	.013	.020	.026	.032	.039	.045	.051	.060	.065
	12	.0010	.0014	.0018	.0022	.0024	.0025	.0025	.0031	.0062	.0093	.013	.016	.019	.022	.026	.029	.032

\* For liquids with a specific gravity other than 1.00, multiply the value from the above table by the specific gravity of the liquid. For old pipe, add 20% to the above values. Figures to right of dark line are laminar flow. Figures to left of dark line are turbulent flow.

To convert the above values to kPa (kilopascals) per metre of pipe, multiply by 22.6. To convert the above values to kg per cm<sup>2</sup> per metre of pipe, multiply by 0.23.

**A-24. TABLA DEL FACTOR “K” (página 1 de 4)**  
**Coefficientes de resistencia (K) válidos para válvulas y accesorios**

(“K” está basado en el uso de las tuberías cuyos números de cédula se dan en la página 2-10

**FACTORES DE FRICCIÓN PARA TUBERÍAS COMERCIALES, NUEVAS, DE ACERO, CON FLUJO EN LA ZONA DE TOTAL TURBULENCIA**

Diámetro mm	15	20	25	32	40	50	65, 80	100	125	150	200,250	300,400	450-600
Nominal pulg	½	¾	1	1¼	1½	2	2½, 3	4	5	6	8, 10	12-16	18-24
Factor de fricción (f <sub>T</sub> )	.027	.025	.023	.022	.021	.019	.018	.017	.016	.015	.014	.013	.012

**FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DEL FACTOR “K” PARA VÁLVULAS Y ACCESORIOS CON SECCIONES DE PASO REDUCIDO**

Fórmula 1

$$K_2 = \frac{0.8 \left( \text{sen} \frac{\theta}{2} \right) (1 - \beta^2)}{\beta^4} = \frac{K_1}{\beta^4}$$

Fórmula 2

$$K_2 = \frac{0.5 (1 - \beta^2) \sqrt{\text{sen} \frac{\theta}{2}}}{\beta^4} = \frac{K_1}{\beta^4}$$

Fórmula 3

$$K_2 = \frac{2.6 \left( \text{sen} \frac{\theta}{2} \right) (1 - \beta^2)^2}{\beta^4} \frac{K_1}{\beta^4}$$

Fórmula 4

$$K_2 = \frac{(1 - \beta^2)^2}{\beta^4} = \frac{K_1}{\beta^4}$$

Fórmula 5

$$K_2 = \frac{K_1}{\beta^4} + \text{Fórmula 1} + \text{Fórmula 3}$$

$$K_2 = \frac{K_1 + \text{sen} \frac{\theta}{2} [0.8 (1 - \beta^2) + 2.6 (1 - \beta^2)^2]}{\beta^4}$$

Fórmula 6

$$K_2 = \frac{K_1}{\beta^4} + \text{Fórmula 2} + \text{Fórmula 4}$$

$$K_2 = \frac{K_1 + 0.5 \sqrt{\text{sen} \frac{\theta}{2}} (1 - \beta^2) (1 - \beta^2)^2}{\beta^4}$$

Fórmula 7

$$K_2 = \frac{K_1}{\beta^4} + \beta (\text{Fórmula 2} + \text{Fórmula 4}), \text{ cuando } \theta = 180^\circ$$

$$K_1 = \frac{K_1 + \beta [0.5 (1 - \beta^2) + (1 - \beta^2)^2]}{\beta^4}$$

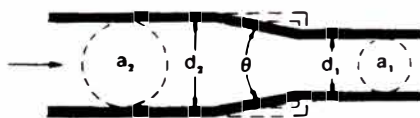
$$\beta = \frac{d_1}{d_2}$$

$$\beta^2 = \left( \frac{d_1}{d_2} \right)^2 = \frac{a_1}{a_2}$$

El subíndice 1 define dimensiones y coeficientes para el diámetro menor. El subíndice 2 se refiere al diámetro mayor.

\*Úse el valor de K proporcionado por el proveedor, cuando se disponga de dicho valor

**ESTRECHAMIENTO BRUSCO Y GRADUAL**



Si:  $\theta < 4.5^\circ$  .....  $K_2 = \text{Fórmula 1}$   
 $45^\circ < \theta < 180^\circ$  .....  $K_2 = \text{Fórmula 2}$

**ENSANCHAMIENTO BRUSCO Y GRADUAL**

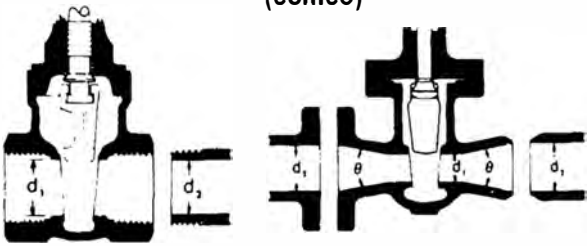


Si:  $\theta < 45^\circ$  .....  $K_2 = \text{Fórmula 3}$   
 $45^\circ < \theta < 180^\circ$  .....  $K_2 = \text{Fórmula 4}$

**A-24 TABLA DEL FACTOR "K" (página 2 de 4)**  
**Coefficientes de resistencia (K) válidos para válvulas y accesorios**

**VÁLVULAS DE COMPUERTA**

De cuña, de doble obturador o tipo macho (cónico)



Si:  $\beta = 1, \theta = 0 \dots \dots \dots K_1 = 8 f_T$   
 $\beta < 1$  y  $\theta < 45^\circ \dots \dots \dots K_2 = \text{Fórmula 5}$   
 $\beta < 1$  y  $45^\circ < \theta < 180^\circ \dots \dots K_2 = \text{Fórmula 6}$

**VÁLVULAS DE RETENCIÓN DE DISCO OSCILANTE**

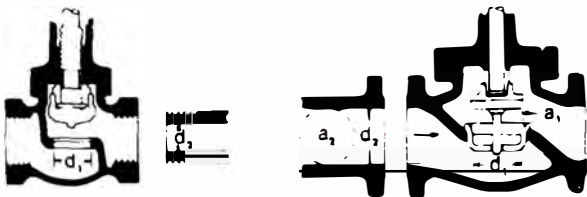


$K \approx 100 f_T$        $K = 50 f_T$

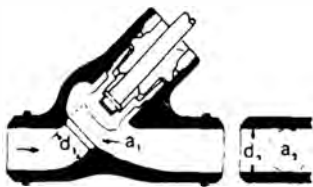
Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador

(m/seg) =  $45 \sqrt{V}$       =  $75 \sqrt{V}$   
 (pie/seg) =  $35 \sqrt{V}$       =  $60 \sqrt{V}$   
 U/L Registradas =  $120 \sqrt{V}$       =  $100 \sqrt{V}$

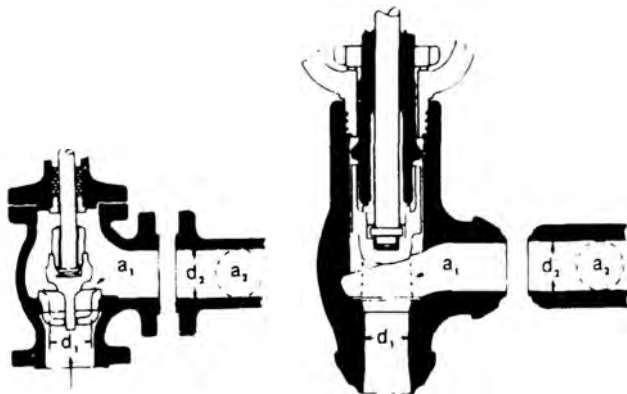
**VÁLVULAS DE GLOBO Y ANGULARES**



Si:  $\beta = 1 \quad K_1 = 340 f_T$



Si:  $\beta = 1 \dots \dots K_1 = 55 f_T$

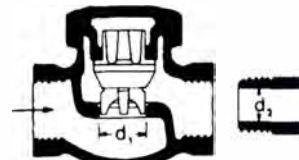


Si:  $\beta = 1 \dots \dots K_1 = 150 f_T$       Si:  $\beta = 1 \dots \dots K_1 = 55 f_T$

Todas las válvulas de globo y angulares con asiento reducido  $\theta$  de mariposa

Si:  $\beta < 1 \dots \dots K_2 = \text{Fórmula 7}$

**VALVULAS DE RETENCIÓN DE OBTURADOR ASCENDENTE**



Si:  $\beta = 1 \dots K_1 = 600 f_T$   
 $\beta < 1 \dots K_2 = \text{Fórmula 7}$

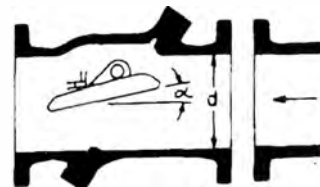
Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador =  $50 \beta^2 \sqrt{V}$  m/seg       $40 \beta^2 \sqrt{V}$  pie/seg



Si:  $\beta = 1 \dots \dots K_1 = 55 f_T$   
 $\beta < 1 \dots \dots K_2 = \text{Fórmula 7}$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador =  $170 \beta^2 \sqrt{V}$  m/seg       $140 \beta^2 \sqrt{V}$  pie/seg

**VALVULAS DE RETENCIÓN DE DISCO BASCULANTE**



Pasos

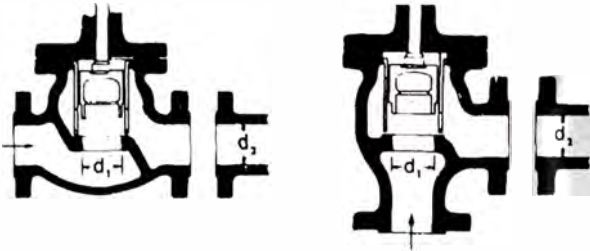
	$\alpha = 5^\circ$	$\alpha = 15^\circ$
50 mm (2") a 200 mm (8")	$40 f_T$	$120 f_T$
250 mm (10") a 350 mm (14")	$30 f_T$	$90 f_T$
400 mm (16") a 1200 mm (48")	$20 f_T$	$60 f_T$
Velocidad mínima en la tubería para abrir totalmente el obturador = m/seg	$100 \sqrt{V}$	$40 \sqrt{V}$
pie/seg	$80 \sqrt{V}$	$30 \sqrt{V}$



**A-24. TABLA DEL FACTOR "K" (página 3 de 4)**  
**Coefficientes de resistencia (K) válidos para válvulas y accesorios**

**VÁLVULAS DE RETENCIÓN Y CIERRE**

(Tipos recto y angular)



Si:

$$\beta = 1 \dots K_1 = 400 f_T$$

$$\beta < 1 \dots K_2 = \text{Fórmula 7}$$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador  
 m/seg =  $70 \beta^2 \sqrt{V}$   
 pie/seg =  $55 \beta^2 \sqrt{V}$

Si:

$$\beta = 1 \dots K_1 = 200 f_T$$

$$\beta < 1 \dots K_2 = \text{Fórmula 7}$$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador  
 =  $95 \beta^2 \sqrt{V}$   
 =  $75 \beta^2 \sqrt{V}$

**VÁLVULAS DE PIE CON FILTRO**

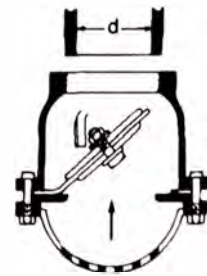
Obturador ascendente

Obturador oscilante



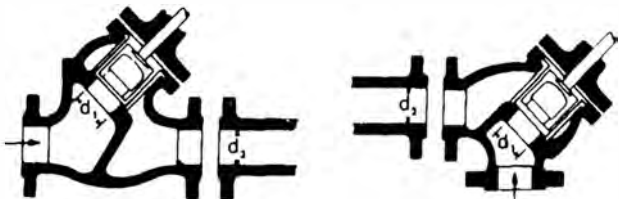
$$K = 420 f_T$$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador  
 m/seg =  $20 \sqrt{V}$   
 pie/seg =  $15 \sqrt{V}$



$$K = 75 f_T$$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador  
 =  $45 \sqrt{V}$   
 =  $35 \sqrt{V}$



Si:

$$\beta = 1 \dots K_1 = 300 f_T$$

$$\beta < 1 \dots K_2 = \text{Fórmula 7}$$

velocidad mínima en la tubería para abrir totalmente el obturador

$$\text{m/seg} = 75 \beta^2 \sqrt{V}$$

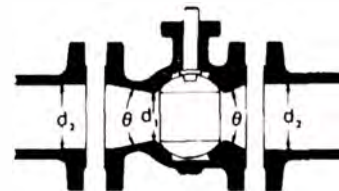
Si:

$$\beta = 1 \dots K_1 = 350 f_T$$

$$\beta < 1 \dots K_2 = \text{Fórmula 7}$$

$$\text{pie/seg} = 60 \beta^2 \sqrt{V}$$

**VÁLVULAS DE GLOBO**



Si:  $\beta = 1, \theta = 0 \dots K_1 = 3 f_T$   
 $\beta < 1$  y  $\theta > 45^\circ \dots K_2 = \text{Fórmula 5}$   
 $\beta < 1$  y  $45^\circ < \theta < 180^\circ \dots K_2 = \text{Fórmula 6}$



$$\beta = 1 \dots K_1 = 55 f_T$$

$$\beta < 1 \dots K_2 = \text{Fórmula 7}$$

Velocidad mínima en la tubería para levantar totalmente el obturador

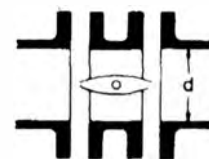
$$\text{mg/seg} = 170 \beta^2 \sqrt{V}$$

$$\beta = 1 \dots K_1 = 55 f_T$$

$$\beta < 1 \dots K_2 = \text{Fórmula 7}$$

$$(\text{pie/seg}) = 140 \beta^2 \sqrt{V}$$

**VÁLVULAS DE MARIPOSA**



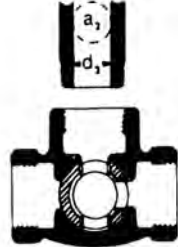
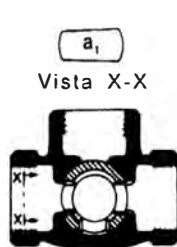
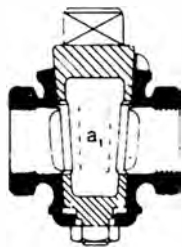
Diámetro 50 mm (2") a 200 mm (8") ...  $K = 45 f_T$   
 Diámetro 250 mm (10") a 350 mm (14") ...  $K = 35 f_T$   
 Diámetro 400 mm (16") a 600 mm (24") ...  $K = 25 f_T$

**A-24. TABLA DEL FACTOR "K" (página 4 de 4)**  
**Coefficientes de resistencia (K) válidos para válvulas y accesorios**

**VÁLVULAS DE MACHO Y LLAVES**

Paso directo

tres entradas



Si:  $\beta = 1$ ,  
 $K_1 = 18 f_T$

Si:  $\beta = 1$ ,  
 $K_1 = 30 f_T$

Si:  $\beta = 1$ ,  
 $K_1 = 90 f_T$

Si:  $\beta < 1$        $K_1 = \text{Fórmula 6}$

**CODOS ESTÁNDAR**

90°

45°

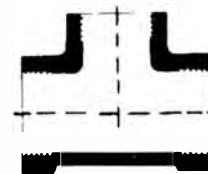


$K = 30 f_T$



$K = 16 f_T$

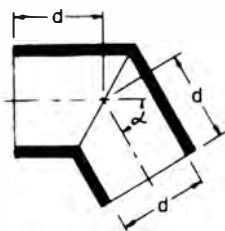
**CONEXIONES ESTÁNDAR EN "T"**



Flujo directo . . . . .  $K = 20 f_T$

Flujo desviado a 90° ..  $K = 60 f_T$

**CURVAS EN ESCUADRA O FALSA ESCUADRA**



$\alpha$	$K$
0°	$2 f_T$
15°	$4 f_T$
30°	$8 f_T$
45°	$15 f_T$
60°	$25 f_T$
75°	$40 f_T$
90°	$60 f_T$

**CURVAS Y CODOS DE 90° CON BRIDAS O CON EXTREMOS PARA SOLDAR A TOPE**



r/d	K	r/d	K
1	$20 f_T$	8	$24 f_T$
1.5	$14 f_T$	10	$30 f_T$
2	$12 f_T$	12	$34 f_T$
3	$12 f_T$	14	$38 f_T$
4	$14 f_T$	16	$42 f_T$
6	$17 f_T$	20	$50 f_T$

El coeficiente de resistencia  $K_B$ , para curvas que no sean de 90° puede determinarse con la fórmula:

$$K_B = (n - 1) \left( 0.25 \pi f_T \frac{r}{d} + 0.5 K \right) + K$$

$n$  = número de curvas de 90°

$K$  = coeficiente de resistencia para una curva de 90° (según tabla)

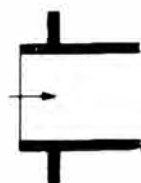
**CURVAS DE 180° DE RADIO CORTO**



$K = 50 f_T$

**ENTRADAS DE TUBERÍA**

Con resalte hacia el interior

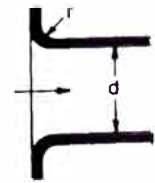


$K = 0.78$

r/d	K
0.00*	0.5
0.02	0.28
0.04	0.24
0.06	0.15
0.10	0.09
0.15 y más	0.04

\*de cantos vivos

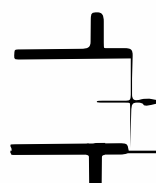
A tope



Véanse los valores de  $K$  en la tabla

**SALIDAS DE TUBERÍA**

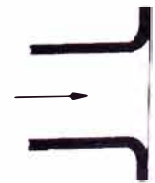
Con resalte De cantos vivos Redondeada



$K = 1.0$



$K = 1.0$



$K = 1.0$



## DATOS TÉCNICOS

**BOQUILLAS PULVERIZADORAS  
MODELO E  
VK810 - VK817**

### 1. FABRICANTE

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

### 2. DESCRIPCIÓN

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

### 3. LISTADOS Y APROBACIONES

**Listado cULus:** categoría VGYZ

**Aprobada por FM** para sistemas de extinción fijos

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

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

### 4. DATOS TÉCNICOS

#### ESPECIFICACIONES

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

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

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

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



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

#### LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

El contenido de este documento puede no incluir todas las especificaciones de los productos descritos con exactitud, y por lo tanto, no constituye garantía de ningún tipo en relación con dichos productos. Las características exactas de los productos se publican en inglés: The Viking Corporation's Technical Data Sheets. Las condiciones de garantía se indican en las Condiciones de Venta que aparecen en los documentos oficiales de Viking. Lo indicado en este documento no constituye alteración de ninguna de las características de los productos en relación a lo indicado en el documento original indicado más arriba. Se puede solicitar copia de dicho documento a Viking Technical Services, The Viking Corporation, Hastings Michigan, USA. Form No. F\_010104



## DATOS TÉCNICOS

**BOQUILLAS PULVERIZADORAS  
MODELO E  
VK810 - VK817**

### **MATERIALES**

- Cuerpo: latón UNS-C84400
- Separador: latón UNS-C36000
- Casquillo (para las boquillas con factor K nominal 17, 26 y 33): latón UNS-C36000
- Deflector: latón UNS-C51000
- Tornillo: latón UNS-C65100.

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

- Para pedir las boquillas pulverizadoras modelo E seleccione primero la referencia de la base correspondiente al factor K y al ángulo de pulverización deseado. Añada a la referencia base el sufijo correspondiente al acabado deseado y, a continuación, el sufijo "Z" para boquillas abiertas.
- Sufijo de acabado: Latón = A, Recubrimiento de níquel electroless = J
- Sufijo de temperatura: ABIERTA = Z
- Por ejemplo, la boquilla de pulverización VK810 con un factor K de 7,2 (103,7 métrico) y acabado de latón = Referencia 12867AZ

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

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

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

## 5. INSTALACIÓN

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

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

Consulte con el fabricante.

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

## 6. FUNCIONAMIENTO

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



# DATOS TÉCNICOS

**BOQUILLAS PULVERIZADORAS  
MODELO E  
VK810 - VK817**

## Tabla de aprobaciones

Boquillas de pulverización modelo E  
Presión máxima de trabajo de 12 bar (175 psi)  
(consultar también los criterios de diseño en la página 32e.)

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

Acabados disponibles: latón o recubrimiento de níquel electroless<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Se muestra la referencia base. Para obtener la referencia completa, consulte la lista de precios actual de Viking.

<sup>2</sup> Los deflectores de las boquillas están identificados con el número de modelo VK, el factor K y el ángulo de pulverización.

<sup>3</sup> El factor K métrico mostrado es aplicable cuando la presión se mide en bar. Si la presión se mide en kPa, dividir la cifra indicada entre 10.

<sup>4</sup> Las aprobaciones que se indican están vigentes en el momento de la edición de este documento. Consulte con el fabricante.

<sup>5</sup> Aprobación UL Inc. válida en U.S. y Canadá.

<sup>6</sup> Aceptado para su uso por el City of New York Department of Building, MEA N° 89-92-E, Vol. 29.

<sup>7</sup> El diámetro del orificio para las boquillas modelo E con factores K de 46 (3,2 US), 33 (2,3 US), 26 (1,8 US) y 17 (1,2 US) es inferior a 3/8" (9,4 mm).

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

<sup>8</sup> Para la resistencia a la corrosión.



## DATOS TÉCNICOS

**BOQUILLAS PULVERIZADORAS  
MODELO E  
VK810 - VK817**

### CRITERIOS DE DISEÑO

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

#### Colocación de la boquilla

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

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

#### Precauciones de instalación

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

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

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

#### Forma de la descarga

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

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

#### Filtros

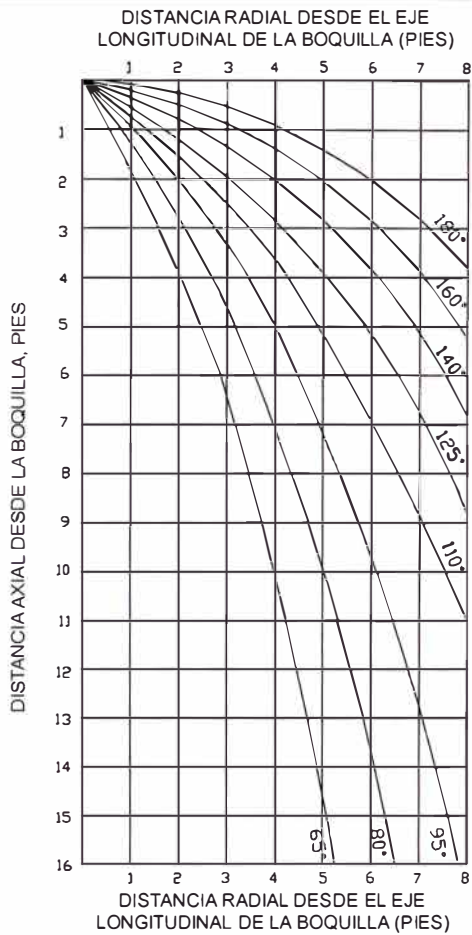
El diámetro del orificio para las boquillas modelo E con factores K de 46 (3,2 US), 33 (2,3 US), 26 (1,8 US) y 17 (1,2 US) es inferior a 3/8" (9,4 mm). Se requiere un filtro con una perforación máxima de 1/8" (3,2 mm) para la aprobación FM.

**Importante: Consulte siempre el Boletín F\_091699 – Manejo y mantenimiento de los Rociadores Las boquillas Viking se deben instalar de acuerdo con las últimas Notas Técnicas de Viking, los estándares apropiados de NFPA, FM Global, LPCB, APSAD, VdS u otras organizaciones similares, también con la normativa gubernamental aplicable. La aprobación final de todos los sistemas debe obtenerse de la autoridad local competente.**

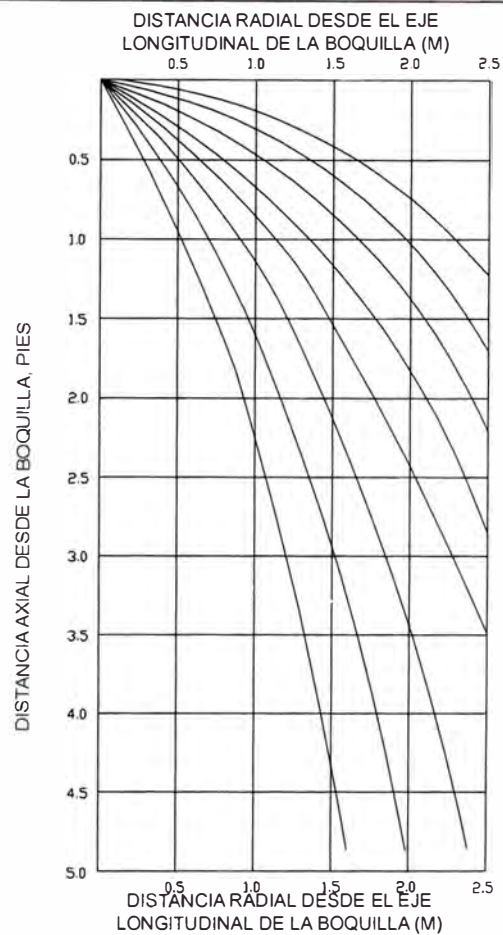


# DATOS TÉCNICOS

**BOQUILLAS PULVERIZADORAS  
MODELO E  
VK810 - VK817**



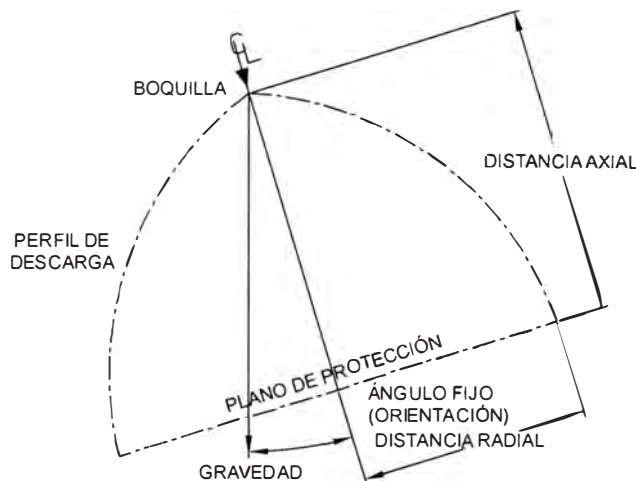
**Figura 1a: Perfiles de descarga (pies)**



**Figura 1b: Perfiles de descarga (metros)**

**NOTAS:**

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

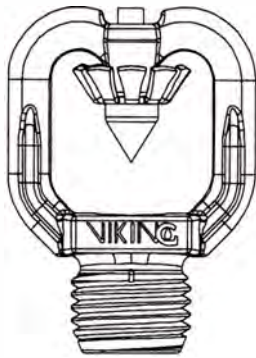


**Figura 2: Perfil de descarga**

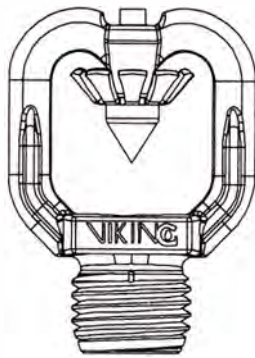


**DATOS TÉCNICOS**

**BOQUILLAS PULVERIZADORAS  
MODELO E  
VK810 - VK817**



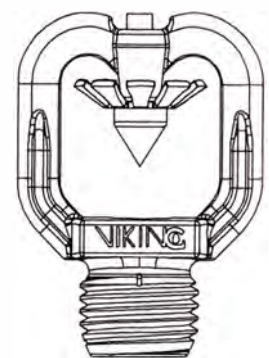
65°  
VK810



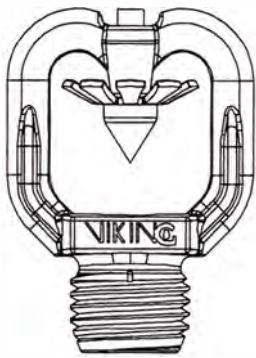
80°  
VK811



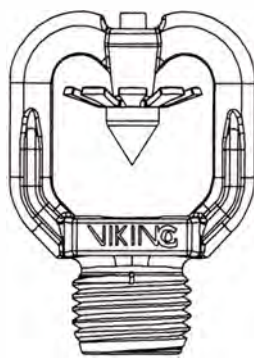
95°  
VK812



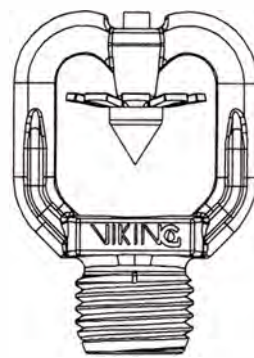
110°  
VK813



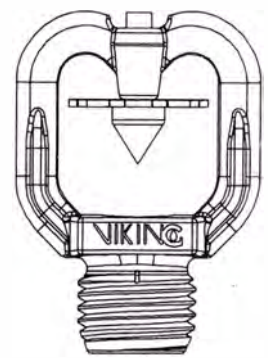
125°  
VK814



140°  
VK815



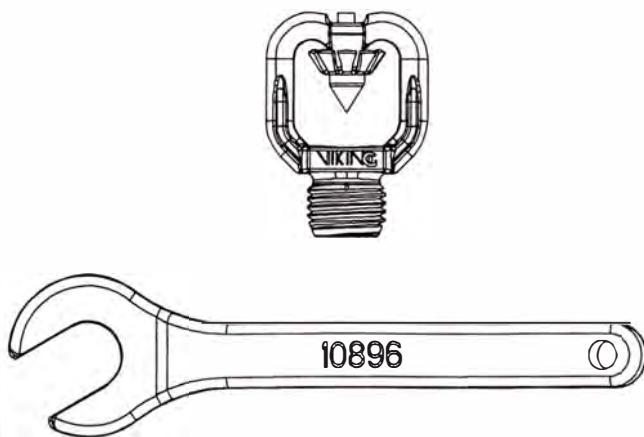
160°  
VK816



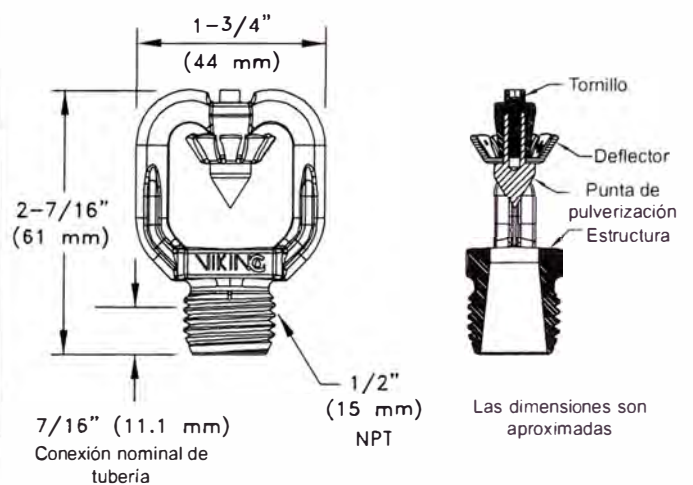
180°  
VK817

**Figura 3: Ángulos de pulverización**

Se representan las boquillas con los deflectores en posición vertical para mayor claridad pero pueden instalarse en cualquier posición para satisfacer los requisitos de diseño



**Figura 4: Llave estándar 10896W/B**



NOTA: El ángulo de pulverización (incluido el ángulo de descarga) y el factor K nominal (US) están grabados en el deflector.

**Figura 5: Dimensiones de la boquilla pulverizadora**



## **ANEXO 6: DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO**

El sistema contra incendio de la estación de Descarga Pase T-1 tiene una bomba contra incendio y montante húmedo automáticas, y unos sistemas de enfriamiento por sprays y de aplicación de espuma al interior de los tanques manuales.

El sistema de bombeo es un sistema automático instalado según NFPA 20. Consta principalmente de una bomba horizontal de doble succión impulsada por un motor diesel el cual es controlado por un tablero. También se tiene una pequeña electrobomba jockey y tablero para mantener la presión en la línea automáticamente. La montante principal de agua es tipo húmeda y automática; húmeda porque está llena de agua y automática porque puede suministrar la cantidad de agua y presión para el máximo riesgo a la sola apertura de las válvulas correspondientes.

**Sistema activo, sin emergencia:** La montante se mantiene presurizada por la bomba jockey; el presostato del tablero de la jockey sensa la presión de la línea y enciende la electrobomba cuando la presión baja hasta 115 psi y la detiene a 130 psi. Todas las tuberías permanecen secas, sin agua, aguas abajo de las respectivas válvulas os&y de control de los anillos de enfriamiento y líneas de espuma.

Posición de las válvulas para sistema activo sin emergencia

<u>Válvula de</u>	<u>Posición</u>
succión de la bomba	abierta
descarga de la bomba	abierta
succión de la jockey	abierta
descarga de la jockey	abierta
control anillo de sprays del tanque 1	cerrada
control anillo de sprays del tanque 2	cerrada
control anillo de sprays del tanque 3	cerrada
control de agua al proporcionador de espuma del tanque 1	cerrada
control de agua al proporcionador de espuma de los tanques 2 y 3	cerrada
descarga del tanque atmosférico de concentrado de espuma	abierta
control de concentrado de espuma al proporcionador de espuma del tanque 1	cerrada
control de concentrado de espuma al proporcionador de espuma de los tanques 2 y 3	cerrada

**Incendio en tanque DT200-1:** Detectado el incendio se comunica la alarma a los bomberos y se abre la válvula de control del anillo de sprays para enfriar el tanque y preservar la integridad estructural del anillo metálico superior del tanque donde se encuentra la cámara de espuma. La bomba contra incendio arrancará automáticamente cuando la presión de la línea descienda hasta 110 psi. A la llegada de los bomberos se abre la válvula de control de agua y la válvula de control de concentrado de espuma del tanque 1; esto inicia la aplicación de espuma al tanque 1 mientras se puede mantener o no la descarga de agua para enfriamiento. Se disponen de 120 gpm en las válvulas hidrantes de 2,5" para operaciones manuales dentro del dique. Lograda la extinción del fuego se cierran todas las válvulas que fueron abiertas y se apaga manualmente la motobomba. Después se deben realizar las tareas de limpieza y reacondicionamiento del lugar y llenar el tanque atmosférico con concentrado.

Posición de las válvulas para incendio en tanque 1

Válvula de	Posición
succión de la bomba	abierta
descarga de la bomba	abierta
succión de la jockey	abierta
descarga de la jockey	abierta
control anillo de sprays del tanque 1	abierta
control anillo de sprays del tanque 2	cerrada
control anillo de sprays del tanque 3	cerrada
control de agua al proporcionador de espuma del tanque 1	abierta
control de agua al proporcionador de espuma de los tanques 2 y 3	cerrada
descarga del tanque atmosférico de concentrado de espuma	abierta
control de concentrado de espuma al proporcionador de espuma del tanque 1	abierta
control de concentrado de espuma al proporcionador de espuma de los tanques 2 y 3	cerrada

**Incendio en tanque DT21-2 o DT21-3:** Detectado el incendio se comunica la alarma a los bomberos y se abren las válvulas de control de los anillos de sprays para enfriar los tanques DT21-2 y DT21-3 simultáneamente y preservar la integridad estructural del anillo metálico superior de los tanques donde se encuentran las cámaras de espuma. La bomba contra incendio arrancará automáticamente cuando la presión de la línea descienda hasta 110 psi. A la llegada de los bomberos y antes de aplicar espuma se cierra la válvula de control del anillo de sprays del tanque incendiado, se abre la válvula de control de agua y la válvula de control de concentrado de espuma de los tanque DT21-2 y DT21-3; esto inicia la aplicación de espuma a ambos tanques DT21-2 y DT21-3 mientras se mantiene la descarga de agua para enfriamiento del tanque expuesto. Se disponen de 120 gpm en las válvulas hidrantes de 2,5" para operaciones manuales dentro del dique. Lograda la extinción del fuego se cierran todas las válvulas que fueron abiertas y se apaga manualmente la motobomba. Después se deben realizar las tareas de limpieza y reacondicionamiento del lugar y llenar el tanque atmosférico con concentrado.

#### Posición de las válvulas para incendio en tanque 2 o 3

Válvula de	Posición
succión de la bomba	abierta
descarga de la bomba	abierta
succión de la jockey	abierta
descarga de la jockey	abierta
control anillo de sprays del tanque 1	cerrada
control anillo de sprays del tanque 2	abierta
control anillo de sprays del tanque 3	abierta
control de agua al proporcionador de espuma del tanque 1	cerrada
control de agua al proporcionador de espuma de los tanques 2 y 3	abierta, y cerrar válvula de sprays del tanque incendiado
descarga del tanque atmosférico de concentrado de espuma	abierta
control de concentrado de espuma al proporcionador de espuma del tanque 1	cerrada
control de concentrado de espuma al proporcionador de espuma de los tanques 2 y 3	abierta

# ANEXO 7: TABLAS DE API 650

Table 3-3—Thickness of Shell Manhole Cover Plate and Bolting Flange

Column 1 Max. Design Liquid Level in (ft) <i>H</i>	Column 2 Equivalent Pressure <sup>a</sup> kPa (psi)	Column 3 Maximum Thickness of Cover Plate <sup>b</sup> ( <i>t<sub>c</sub></i> )				Column 4 Maximum Thickness of Bolting Flange After Faustung <sup>b</sup> ( <i>t<sub>f</sub></i> )			
		500 mm (20 in.)	600 mm (24 in.)	750 mm (30 in.)	900 mm (36 in.)	Manhole	Manhole	Manhole	Manhole
		Manhole	Manhole	Manhole	Manhole	Manhole	Manhole	Manhole	Manhole
6.4 (21)	63 (9.1)	8 (5/16)	10 (5/8)	11 (7/16)	13 (1 1/2)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/4)
8.2 (27)	80 (11.7)	10 (5/8)	11 (7/16)	13 (1 1/2)	14 (9/16)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/4)	11 (7/16)
9.8 (32)	96 (13.9)	10 (5/8)	11 (7/16)	14 (9/16)	16 (1 1/8)	6 (1/4)	8 (5/16)	11 (7/16)	13 (1 1/2)
12 (40)	118 (17.4)	11 (7/16)	13 (1 1/2)	16 (1 1/8)	18 (1 1/4)	8 (5/16)	10 (3/4)	13 (1 1/2)	14 (9/16)
14 (45)	137 (19.5)	13 (1 1/2)	14 (9/16)	16 (1 1/8)	19 (1 3/4)	10 (3/4)	11 (7/16)	13 (1 1/2)	16 (1 1/8)
16 (54)	157 (22.4)	13 (1 1/2)	14 (9/16)	18 (1 1/4)	21 (1 1/2)	10 (3/4)	11 (7/16)	14 (9/16)	18 (1 1/4)
20 (65)	196 (28.2)	14 (9/16)	16 (1 1/8)	19 (1 3/4)	22 (7/8)	11 (7/16)	13 (1 1/2)	16 (1 1/8)	19 (1 3/4)
23 (75)	226 (32.5)	16 (1 1/8)	18 (1 1/4)	21 (1 1/2)	24 (1 5/8)	12.5 (1 1/2)	14 (9/16)	18 (1 1/4)	21 (1 1/2)

<sup>a</sup>Equivalent pressure is based on water loading.  
<sup>b</sup>For addition of corrosion allowance, see 3.7.5.2.  
 Note: See Figure 3-4A.

Table 3-4—Dimensions for Shell Manhole Neck Thickness

Thickness of Shell and Manhole Reinforcing Plate <sup>a</sup> <i>t</i> and <i>T</i>	Minimum Neck Thickness <sup>b,c</sup> <i>t<sub>n</sub></i> mm (in.)			
	For Manhole Diameter 500 mm (20 in.)	For Manhole Diameter 600 mm (24 in.)	For Manhole Diameter 750 mm (30 in.)	For Manhole Diameter 900 mm (36 in.)
5 (5/16)	5 (5/16)	5 (5/16)	5 (5/16)	5 (5/16)
6 (1/4)	6 (1/4)	6 (1/4)	6 (1/4)	6 (1/4)
8 (5/16)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	8 (5/16)
10 (3/8)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
11 (7/16)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
12.5 (1 1/2)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
14 (9/16)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
16 (5/8)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
18 (1 1/8)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
19 (3/4)	6 (1/4)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
21 (1 1/16)	8 (5/16)	6 (1/4)	8 (5/16)	10 (3/8)
22 (7/8)	10 (3/8)	8 (5/16)	8 (5/16)	10 (3/8)
24 (1 5/16)	13 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)
25 (1)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)
27 (1 1/16)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)	11 (7/16)
28 (1 1/8)	13 (1 1/2)	13 (1 1/2)	13 (1 1/2)	13 (1 1/2)
30 (1 3/16)	14 (9/16)	14 (9/16)	14 (9/16)	14 (9/16)
32 (1 1/4)	16 (5/8)	14 (9/16)	14 (9/16)	14 (9/16)
33 (1 5/16)	16 (5/8)	16 (5/8)	16 (5/8)	16 (5/8)
34 (1 3/8)	17 (1 1/16)	16 (5/8)	16 (5/8)	16 (5/8)
36 (1 7/16)	17 (1 1/16)	17 (1 1/16)	17 (1 1/16)	17 (1 1/16)
40 (1 1/2)	19 (3/4)	19 (3/4)	19 (3/4)	19 (3/4)

<sup>a</sup>If a shell plate thicker than required is used for the product and hydrostatic loading (see 3.6), the excess shell-plate thickness, within a vertical distance both above and below the centerline of the hole in the tank shell plate equal to the vertical dimension of the hole in the tank shell plate, may be considered as reinforcement, and the thickness *T* of the manhole reinforcing plate may be decreased accordingly. In such cases, the reinforcement and the attachment welding shall conform to the design limits for reinforcement of shell openings specified in 3.7.2.  
<sup>b</sup>Reinforcement shall be added if the neck thickness is less than that shown in the column. The minimum neck thickness shall be the thickness of the shell plate or the allowable finished thickness of the bolting flange (see Table 3-3), whichever is thinner, but in no case shall the neck in a built-up manhole be thinner than the thicknesses given. If the neck thickness on a built-up manhole is greater than the required minimum, the manhole reinforcing plate may be decreased accordingly within the limits specified in 3.7.2.  
<sup>c</sup>For addition of corrosion allowance, see 3.7.5.2.

Table 3-5—Dimensions for Bolt Circle Diameter  $D_b$  and Cover Plate Diameter  $D_c$  for Shell Manholes

Column 1	Column 2	Column 3
Manhole Diameter mm (in.)	Bolt Circle Diameter $D_b$ mm (in.)	Cover Plate Diameter $D_c$ mm (in.)
500 (20)	656 (26 $\frac{1}{4}$ )	720 (28 $\frac{3}{4}$ )
600 (24)	756 (30 $\frac{1}{4}$ )	820 (32 $\frac{3}{4}$ )
750 (30)	906 (36 $\frac{1}{4}$ )	970 (38 $\frac{3}{4}$ )
900 (36)	1056 (42 $\frac{1}{4}$ )	1120 (44 $\frac{3}{4}$ )

Note: See Figure 3-4A.

3.7.2.4 The aggregate strength of the weld attaching a fitting to the shell plate, an intervening reinforcing plate, or both shall at least equal the proportion of the forces passing through the entire reinforcement that is calculated to pass through the fitting.

3.7.2.5 The aggregate strength of the welds attaching any intervening reinforcing plate to the shell plate shall at least equal the proportion of the forces passing through the entire reinforcement that is calculated to pass through the reinforcing plate.

3.7.2.6 The attachment weld to the shell along the outer periphery of a flanged fitting or reinforcing plate shall be considered effective only for the parts lying outside the area bounded by vertical lines drawn tangent to the shell opening; however, the outer peripheral weld shall be applied completely around the reinforcement. All of the inner peripheral weld shall be considered effective. The strength of the effective attachment weld shall be considered as the weld's shear resistance at the stress value given for fillet welds in 3.10.3.5. The size of the outer peripheral weld shall be equal to the thickness of the shell plate or reinforcing plate, whichever is thinner, but shall not be greater than 38 mm (1 $\frac{1}{2}$  in.). When low-type nozzles are used with a reinforcing plate that extends to the tank bottom (see Figure 3-5), the size of the portion of the peripheral weld that attaches the reinforcing plate to the bottom plate shall conform to 3.1.5.7. The inner peripheral weld shall be large enough to sustain the remainder of the loading.

3.7.2.7 When two or more openings are located so that the outer edges (toes) of their normal reinforcing-plate fillet welds are closer than eight times the size of the larger of the fillet welds, with a minimum of 150 mm (6 in.), they shall be treated and reinforced as follows:

- All such openings shall be included in a single reinforcing plate that shall be proportioned for the largest opening in the group.
- If the normal reinforcing plates for the smaller openings in the group, considered separately, fall within the area limits of the solid portion of the normal plate for the largest opening, the smaller openings may be included in the normal plate for

the largest opening without an increase in the size of the plate, provided that if any opening intersects the vertical centerline of another opening, the total width of the final reinforcing plate along the vertical centerline of either opening is not less than the sum of the widths of the normal plates for the openings involved.

c. If the normal reinforcing plates for the smaller openings in the group, considered separately, do not fall within the area limits of the solid portion of the normal plate for the largest opening, the group reinforcing-plate size and shape shall include the outer limits of the normal reinforcing plates for all the openings in the group. A change in size from the outer limits of the normal plate for the largest opening to the outer limits of that for the smaller opening farthest from the largest opening shall be accomplished by uniform straight taper unless the normal plate for any intermediate opening would extend beyond these limits, in which case uniform straight tapers shall join the outer limits of the several normal plates. The provisions of item b with respect to openings on the same or adjacent vertical centerlines also apply in this case.

### 3.7.3 Spacing of Welds Around Connections

See Figure 3-22 for spacing requirements listed in 3.7.3.1 through 3.7.3.4.

Note: Additional weld spacing requirements exist in this standard. Other paragraphs and tables dealing with nozzles and manholes may increase the minimum spacing.

Note: Whenever stress relief or thermal stress relief is used in this standard, it shall mean post-weld heat treatment.

3.7.3.1 For nonstress-relieved welds on shell plates over 12.5 mm ( $\frac{1}{2}$  in.) thick, the minimum spacing between penetration connections and adjacent shell-plate joints shall be governed by the following:

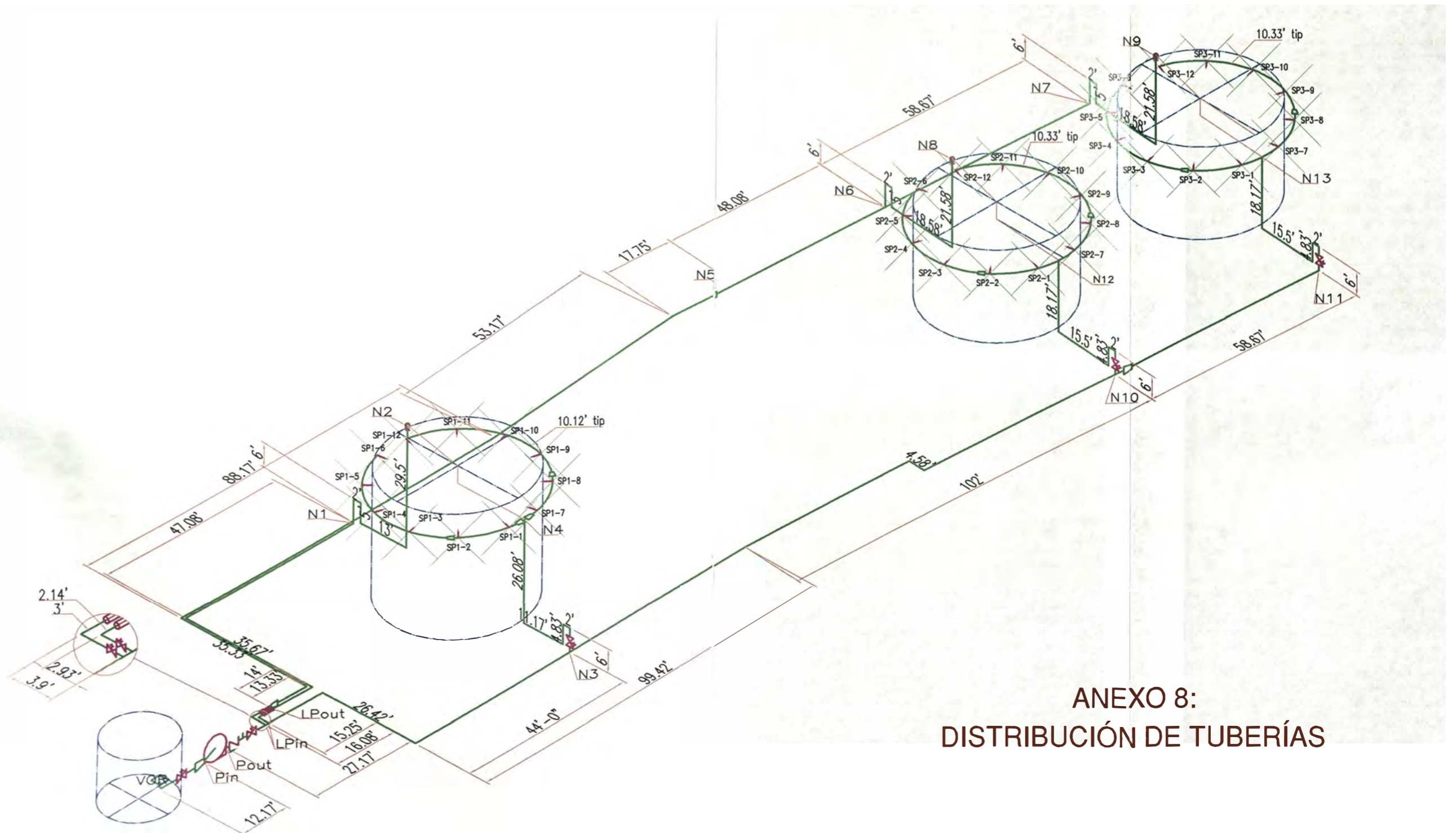
- The outer edge or toe of fillet around a penetration, around the periphery of a thickened insert plate, or around the periphery of a reinforcing plate shall be spaced at least the greater of eight times the weld size or 150 mm (10 in.) from the centerline of any butt-welded shell joints.
- The welds around the periphery of a thickened insert plate, around a reinforcing insert plate, or around a reinforcing plate shall be spaced at least the greater of eight times the larger weld size or 150 mm (6 in.) from each other.

3.7.3.2 Where stress-relieving of the periphery weld has been performed prior to welding of the adjacent shell joint or where a nonstress-relieved weld is on a shell plate less than or equal to 12.5 mm ( $\frac{1}{2}$  in.) thick, the spacing may be reduced to 150 mm (6 in.) from vertical joints or to the greater of 75 mm (3 in.) or 2 $\frac{1}{2}$  times the shell thickness from horizontal joints. The spacing between the welds around the periphery of a thickened insert plate or around a reinforcing plate shall be the greater of 75 mm (3 in.) or 2 $\frac{1}{2}$  times the shell thickness.

Table 3-6—Dimensions for Shell Nozzles [mm (in.)]

Column 1	Column 2	Column 3	Column 4	Column 5	Column 6	Column 7 <sup>2</sup>	Column 8 <sup>3</sup>	Column 9 <sup>4</sup>
NPS (Size of Nozzle)	Outside Diameter of Pipe	Nominal Thickness of Flanged Nozzle Pipe Wall <sup>5,6</sup> <i>t<sub>n</sub></i>	Diameter of Hole in Reinforcing Plate <i>D<sub>R</sub></i>	Length of Side of Reinforcing Plate <sup>6</sup> or Diameter <i>L = D<sub>R</sub></i>	Width of Reinforcing Plate <i>W</i>	Minimum Distance from Shell to Flange Face <i>J</i>	Minimum Distance from Bottom of Tank to Center of Nozzle Regular Type <sup>1</sup> <i>H<sub>V</sub></i>	Low Type <i>C</i>
<b>Flanged Fittings</b>								
48	1219.2 (48)	e	1222 (48 <sup>1/8</sup> )	2455 (96 <sup>3/4</sup> )	2970 (117)	400 (16)	1325 (52)	1230 (48 <sup>1/8</sup> )
46	1168.4 (46)	e	1172 (46 <sup>1/8</sup> )	2355 (92 <sup>3/4</sup> )	2845 (112)	400 (16)	1275 (50)	1180 (46 <sup>1/8</sup> )
44	1117.6 (44)	e	1121 (44 <sup>1/8</sup> )	2255 (88 <sup>3/4</sup> )	2725 (107 <sup>1/4</sup> )	375 (15)	1225 (48)	1125 (44 <sup>1/8</sup> )
42	1066.8 (42)	e	1070 (42 <sup>1/8</sup> )	2155 (84 <sup>3/4</sup> )	2605 (102 <sup>1/2</sup> )	375 (15)	1175 (46)	1075 (42 <sup>1/8</sup> )
40	1016 (40)	e	1019 (40 <sup>1/8</sup> )	2050 (80 <sup>3/4</sup> )	2485 (97 <sup>3/4</sup> )	375 (15)	1125 (44)	1025 (40 <sup>1/8</sup> )
38	965.2 (38)	e	968 (38 <sup>1/8</sup> )	1950 (76 <sup>3/4</sup> )	2355 (92 <sup>3/4</sup> )	350 (14)	1075 (42)	975 (38 <sup>1/8</sup> )
36	914.4 (36)	e	918 (36 <sup>1/8</sup> )	1850 (72 <sup>3/4</sup> )	2235 (88)	350 (14)	1025 (40)	925 (36 <sup>1/8</sup> )
34	863.6 (34)	e	867 (34 <sup>1/8</sup> )	1745 (68 <sup>3/4</sup> )	2115 (83 <sup>1/4</sup> )	325 (13)	975 (38)	875 (34 <sup>1/8</sup> )
32	812.8 (32)	e	816 (32 <sup>1/8</sup> )	1645 (64 <sup>3/4</sup> )	1995 (78 <sup>3/4</sup> )	325 (13)	925 (36)	820 (32 <sup>1/8</sup> )
30	762.0 (30)	e	765 (30 <sup>1/8</sup> )	1545 (60 <sup>3/4</sup> )	1865 (73 <sup>3/4</sup> )	300 (12)	875 (34)	770 (30 <sup>1/8</sup> )
28	711.2 (28)	e	714 (28 <sup>1/8</sup> )	1440 (56 <sup>3/4</sup> )	1745 (68 <sup>1/4</sup> )	300 (12)	825 (32)	720 (28 <sup>1/8</sup> )
26	660.4 (26)	e	664 (26 <sup>1/8</sup> )	1340 (52 <sup>3/4</sup> )	1625 (64)	300 (12)	750 (30)	670 (26 <sup>1/8</sup> )
24	609.6 (24)	12.7 (0.50)	613 (24 <sup>1/8</sup> )	1255 (49 <sup>1/2</sup> )	1525 (60)	300 (12)	700 (28)	630 (24 <sup>1/8</sup> )
22	558.8 (22)	12.7 (0.50)	562 (22 <sup>1/8</sup> )	1155 (45 <sup>1/2</sup> )	1405 (55 <sup>3/4</sup> )	275 (11)	650 (26)	580 (22 <sup>1/8</sup> )
20	508.0 (20)	12.7 (0.50)	511 (20 <sup>1/8</sup> )	1055 (41 <sup>1/2</sup> )	1285 (50 <sup>3/4</sup> )	275 (11)	600 (24)	525 (20 <sup>1/8</sup> )
18	457.2 (18)	12.7 (0.50)	460 (18 <sup>1/8</sup> )	950 (37 <sup>1/2</sup> )	1160 (45 <sup>3/4</sup> )	250 (10)	550 (22)	475 (18 <sup>1/8</sup> )
16	406.4 (16)	12.7 (0.50)	410 (16 <sup>1/8</sup> )	850 (33 <sup>1/2</sup> )	1035 (40 <sup>3/4</sup> )	250 (10)	500 (20)	425 (16 <sup>1/8</sup> )
14	355.6 (14)	12.7 (0.50)	359 (14 <sup>1/8</sup> )	750 (29 <sup>1/2</sup> )	915 (36)	250 (10)	450 (18)	375 (14 <sup>1/8</sup> )
12	323.8 (12 <sup>1/4</sup> )	12.7 (0.50)	327 (12 <sup>1/8</sup> )	685 (27)	840 (33)	225 (9)	425 (17)	345 (13 <sup>1/2</sup> )
10	273.0 (10 <sup>1/4</sup> )	12.7 (0.50)	276 (10 <sup>1/8</sup> )	585 (23)	720 (28 <sup>1/4</sup> )	225 (9)	375 (15)	290 (11 <sup>1/2</sup> )
8	219.1 (8 <sup>5/8</sup> )	12.7 (0.50)	222 (8 <sup>3/8</sup> )	485 (19)	590 (23 <sup>1/4</sup> )	200 (8)	325 (13)	240 (8 <sup>1/2</sup> )
6	168.3 (6 <sup>5/8</sup> )	10.97 (0.432)	171 (6 <sup>3/8</sup> )	400 (15 <sup>3/4</sup> )	495 (19 <sup>1/2</sup> )	200 (8)	275 (11)	200 (7 <sup>1/2</sup> )
4	114.3 (4 <sup>1/2</sup> )	8.56 (0.337)	117 (4 <sup>3/8</sup> )	305 (12)	385 (15 <sup>1/4</sup> )	175 (7)	225 (9)	150 (6)
3	88.9 (3 <sup>1/2</sup> )	7.62 (0.300)	92 (3 <sup>5/8</sup> )	265 (10 <sup>1/2</sup> )	345 (13 <sup>1/2</sup> )	175 (7)	200 (8)	135 (5 <sup>1/4</sup> )
2 <sup>1/2</sup>	60.3 (2 <sup>3/8</sup> )	5.54 (0.218)	63 (2 <sup>1/2</sup> )	—	—	150 (6)	175 (7)	i
1 <sup>1/2</sup>	48.3 (1.90)	5.08 (0.200)	51 (2)	—	—	150 (6)	150 (6)	i
<b>Threaded Fittings</b>								
3 <sup>1/2</sup>	108.0 (4.250)	Coupling	111.1 (4 <sup>3/8</sup> )	285 (11 <sup>1/4</sup> )	360 (14 <sup>1/4</sup> )	—	225 (9)	145 (5 <sup>5/8</sup> )
2 <sup>1/2</sup>	76.2 (3.000)	Coupling	79.4 (3 <sup>1/8</sup> )	—	—	—	175 (7)	i
1 <sup>1/2</sup>	63.5 (2.500)	Coupling	66.7 (2 <sup>5/8</sup> )	—	—	—	150 (6)	i
1 <sup>1/4</sup>	44.5 (1.750)	Coupling	47.6 (1 <sup>7/8</sup> )	—	—	—	125 (5)	i
3/4 <sup>1/2</sup>	35.0 (1.375)	Coupling	38.1 (1 <sup>1/2</sup> )	—	—	—	100 (4)	i

<sup>1</sup>For extra-strong pipe, refer to ASTM A 53 or A 106 for other wall thicknesses; however, piping material must conform to 2.5.  
<sup>2</sup>The width of the shell plate shall be sufficient to contain the reinforcing plate and to provide clearance from the girth joint of the shell course.  
<sup>3</sup>Unless otherwise specified by the purchaser, the nozzle shall be located at the minimum distance but shall also meet the weld spacing requirements of 3.7.3.  
<sup>4</sup>The *H<sub>V</sub>* dimensions given in this table are for Appendix A tank designs only; refer to 3.7.3 to determine minimum *H<sub>V</sub>* for basic tank designs.  
<sup>5</sup>See Table 3-7, Column 2.  
<sup>6</sup>Flanged nozzles and threaded nozzles in pipe sizes NPS 2 or smaller do not require reinforcing plates. *D<sub>R</sub>* will be the diameter of the hole in the shell plate, and Weld A will be as specified in Table 3-7, Column 6. Reinforcing plates may be used if desired.  
<sup>7</sup>A threaded nozzle in an NPS 3 requires reinforcement.  
<sup>8</sup>Any specified corrosion allowance shall, by agreement between the purchaser and the manufacturer, be added to either the nominal thickness shown or the minimum calculated thickness required for pressure head and mechanical strength. In no case shall the thickness provided be less than the nominal thickness shown.  
<sup>9</sup>Refer to 3.7.3.  
 Note: See Figure 3-5.



**ANEXO 8:  
DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS**

**ANEXO 9:**

**HOJA DE CÁLCULO HIDRÁULICO**

**Objetivo:** Seleccionar la bomba centrífuga para el sistema contraincendios.

**Escenario:** Enfriamiento en Tanque DT21-3, descarga de espuma en ambos tanques DT21-2/DT21-3 y manguera 50 gpm.

Nodo 1	Descarga & Flujo	Diam.	Accesorios			L tub.	Material	Δ Cot.	P. total	P. total	Notas
		Nomina	Cant.	Tipo	Leq	L acces.	Factor C		P. elevaciór	P. velocidad	
Nodo 2	gpm	Interior				L total	F. Perd.		P. fricción	P. normal	
		in	und.			ft	psi/ft	ft	psi	psi	
<b>LINEA DE AGUA</b>											
SP3-12	q= 34.52	1.5				10.33	Sch 40	0	Pt 38	Pt 38	K= 5.6
	Q= 34.52	1.61				0	120		Pe 0	Pv 0.19918	V= 5.44
SP3-11	q= 34.43					10.33	0.044		Pf 0.4581	Pn 37.8008	
SP3-11	q= 34.43	1.5				10.33	Sch 40	0	Pt 38.458	Pt 38.4581	K= 5.6
	Q= 68.95	1.61				0	120		Pe 0	Pv 0.79461	V= 10.87
SP3-10	q= 34.37					10.33	0.159		Pf 1.6474	Pn 37.6635	
SP3-10	q= 34.37	1.5				10.33	Sch 40	0	Pt 40.106	Pt 40.1055	K= 5.6
	Q= 103.32	1.61				0	120		Pe 0	Pv 1.78415	V= 16.28
SP3-9	q= 34.67					10.33	0.337		Pf 3.4813	Pn 38.3214	
SP3-9	q= 34.67	1.5				10.33	Sch 40	0	Pt 43.587	Pt 43.5868	K= 5.6
	Q= 137.98	1.61				0	120		Pe 0	Pv 3.18228	V= 21.75
SP3-8	q= 35.60					10.33	0.576		Pf 5.9456	Pn 40.4045	
SP3-8	q= 35.60	2.5				10.33	Sch 40	0	Pt 49.532	Pt 49.5325	K= 5.6
	Q= 173.58	2.469				0	120		Pe 0	Pv 0.91054	V= 11.63193
SP3-7	q= 39.05					10.33	0.110		Pf 1.1331	Pn 48.6219	
SP3-7	q= 39.05	2.5	1	T	12	5.165	Sch 40	0	Pt 50.666	Pt 50.6655	K= 5.6
	Q= 212.63	2.469				12	120		Pe 0	Pv 1.36629	V= 14.25
N13	q= 0.00					17.165	0.160		Pf 2.7405	Pn 49.2992	
SP3-6	q= 34.52	1.5				10.33	Sch 40	0	Pt 38	Pt 38	K= 5.6
	Q= 34.52	1.61				0	120		Pe 0	Pv 0.19918	V= 5.44
SP3-5	q= 34.43					10.33	0.044		Pf 0.4581	Pn 37.8008	
SP3-5	q= 34.43	1.5				10.33	Sch 40	0	Pt 38.458	Pt 38.4581	K= 5.6
	Q= 68.95	1.61				0	120		Pe 0	Pv 0.79461	V= 10.87
SP3-4	q= 34.37					10.33	0.159		Pf 1.6474	Pn 37.6635	
SP3-4	q= 34.37	1.5				10.33	Sch 40	0	Pt 40.106	Pt 40.1055	K= 5.6
	Q= 103.32	1.61				0	120		Pe 0	Pv 1.78415	V= 16.28
SP3-3	q= 34.67					10.33	0.337		Pf 3.4813	Pn 38.3214	





Pout	q=	0.00							Pt	117.59		PARÁMETR O DE BOMBA		
	Q=	672.32							ADT =	114.771				
Pin	q=	0.00							Pt	2.8195				
VOR	q=	0.00	6	1	CRL	9	12.75	Sch 40	0.75	Pt	2.0634	Pt	110	
	Q=	672.32	6.025	1	VC	3	12	120		Pe	0.3247	Pv	0.38522	V= 7.57
Pin	q=	0.00					24.75	0.017		Pf	0.4314	Pn	109.615	

**ANEXO 10: PRESUPUESTO FASE I**

Proyecto: NUEVOS EQUIPOS DE DESCARGA DE DIESEL 2, ESTACION PASE T-1  
Coord.Py: R. Ocaña  
Ing.Diseño: J. Castillo, R. Ocaña, E.Castillo, G. Aybar

Revisión: 1  
Fecha: 11-Ago-2008

ITEM	PARTIDA	UNIDAD			CANTIDAD			PRECIOS UNITARIOS \$			COSTOS DIRECTOS US \$			TOTAL
		MAT	EQ	LABOR	MAT	EQ	LABOR	MAT	EQ	LABOR	MAT	EQ	LABOR	
<b>I</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>													
1.0.0	OBRAS PRELIMINARES	GLB	GLB	1.00		1.00								41,500.00
1.1.0	MOVIMIENTO DE TIERRA	GLB	GLB	1.00		1.00								4,600.00
1.2.0	OBRAS DE CONCRETO	GLB	GLB	1.00		1.00								19,000.00
1.3.0	ESTRUCTURAS METALICAS	GLB	GLB	1.00		1.00								9,100.00
														<b>86,800.00</b>
														<b>74,200.00</b>
														<b>140,800.00</b>
<b>II</b>	<b>OBRAS MECANICAS</b>													
2.0.0	PRELIMINARES													
2.0.1	DESMONTAJE DE TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS EXISTENTES		GLB			1.00				2,400.00				2,400.00
2.0.2	DESMONTAJE DE BOMBAS EXISTENTES		GLB			1.00				490.00				490.00
2.1.0	EQUIPOS													
2.1.1	BRAZOS DE DESCARGA PARA SISTEMA BOTTOM LOADING DE CARBON STEEL / ALUMINUM, ALCANCE TOTAL EN CONJUNTO 3.6 M. INCLUYE ACCOPLER MARCA TODO DE Ø 4"		EA	EA		4.00	4.00			10,000.00	600.00			42,400.00
2.1.2	BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO DE ENGRANAJES INTERNOS CAUDAL 450 GPM, ADT. 30 PSI.		EA	EA		2.00	2.00			12,200.00	732.00			25,864.00
2.1.3	STRAINER CON ELIMINADOR DE AIRE 6" DIA. 40 MES H FLDG		EA	EA		2.00	2.00			4,500.00	540.00			10,800.00
2.1.4	ELIMINADOR DE AIRE DE 6" Ø DE ACERO AL CARBONO		EA	EA		1.00	1.00			6,100.00	240.00			6,340.00
2.1.5	MANGUERA PARA DESCARGA D2 DE CAMIONES CISTERNA		EA	EA		2.00	2.00			1,800.00	324.00			4,248.00
2.1.6	BOMBA PORTÁTIL DE 1 HP		EA	EA		1.00	1.00			980.00				980.00
2.2.0	VALVULA													
2.2.1	VALVULA MARIPOSA 6" LUG RF 150		EA	EA		7.00	7.00			2,000.00	66.80			14,000.00
2.2.2	VALVULA MARIPOSA 4" LUG RF 150		EA	EA		1.00	1.00			1,500.00	67.20			607.60
2.2.4	VALVULA COMPUERTA 4" RF 150		EA	EA		2.00	2.00			650.00	63.00			1,260.00
2.2.5	VALVULA COMPUERTA 2" ROSCADA		EA	EA		4.00	4.00			250.00	42.00			1,000.00
2.2.6	VALVULA DUO CHECK LUG 6" RF 150		EA	EA		4.00	4.00			950.00	86.80			3,800.00
2.2.7	VALVULA BOLA 1/2" RF 150		EA	EA		4.00	4.00			80.00	30.80			320.00
2.2.8	VALVULA BOLA 3/4" RF 150		EA	EA		5.00	5.00			120.00	28.00			600.00
2.3.0	TUBERIAS Y ACCESORIOS													
2.3.1	TUBERIA A.C. SIN COSTURA 8" DIA. ASTM A53 Gr. BS SCH 40 BW		ML	ML		102.00	102.00			63.00	28.50			6,426.00
2.3.2	TUBERIA A.C. SIN COSTURA 6" DIA. ASTM A53 Gr. BS SCH 40 BW		ML	ML		180.00	180.00			45.00	24.00			8,100.00
2.3.3	TUBERIA A.C. SIN COSTURA 4" DIA. ASTM A53 Gr. BS SCH 40 BW		ML	ML		84.00	84.00			34.00	15.00			2,856.00
2.3.4	TUBERIA A.C. SIN COSTURA 3" DIA. ASTM A53 Gr. BS SCH 40 BW		ML	ML		66.00	66.00			30.00	10.50			1,980.00
2.3.5	TUBERIA A.C. SIN COSTURA 3/4" DIA. ASTM A53 Gr. BS SCH 40 BW		ML	ML		66.00	66.00			10.00	11.25			660.00
2.3.6	REDUCCIONES CONCENTRICAS 6"x4" ASTM A234 Gr. WPB BW		EA	EA		6.00	6.00			55.00	7.50			330.00
2.3.7	CODOS 90º DEG 8" DIA. DEG RL ASTM A234 Gr. WPB BW		EA	EA		4.00	4.00			32.00	11.25			128.00
2.3.8	CODOS 90º DEG 6" DIA. DEG RL ASTM A234 Gr. WPB BW		EA	EA		17.00	17.00			26.00	11.25			442.00
2.3.9	CODOS 90º DEG 4" DIA. DEG RL ASTM A234 Gr. WPB BW		EA	EA		8.00	8.00			18.00	7.50			144.00
2.3.10	CODOS 90º DEG 3" DIA. DEG RL ASTM A234 Gr. WPB BW		EA	EA		6.00	6.00			15.00	7.50			90.00
2.3.11	CODOS 90º DEG 3/4" DIA. ASTM A197, ASME CLASE 150. GALVANIZADO		EA	EA		11.00	11.00			11.00	3.00			121.00
2.3.12	CODOS 45º 4" DIA. DEG RL DEG RL ASTM A234 Gr. WPB BW		EA	EA		2.00	2.00			19.00	15.00			38.00
2.3.13	CODOS 45º 3" DIA. DEG RL DEG RL ASTM A234 Gr. WPB BW		EA	EA		8.00	8.00			10.00	12.00			80.00
2.3.14	OTROS		GLB	GLB		1.00	1.00			9,360.00	3,750.00			9,360.00
2.4.0	ACABADOS FINALES													
2.4.1	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD DE TUBERIAS		GLB	GLB		1.00	1.00				2,625.00			2,625.00
2.4.2	PINTURA Y SEÑALIZACION DE FLUJO DE COMBUSTIBLE		GLB	GLB		1.00	1.00			2,250.00	825.00			825.00
2.4.3	PRUEBAS Y PUESTA EN OPERACION		GLB	GLB		1.00	1.00				525.00			525.00
2.4.4	PRUEBAS HIDRAULICAS		GLB	GLB		1.00	1.00				3,125.00			3,125.00
														<b>62,880.00</b>
														<b>35,500.00</b>
														<b>21,815.00</b>
														<b>120,175.00</b>
3.0.0	EQUIPOS		GLB	GLB		1.00	1.00							35,500.00
3.1.0	SISTEMAS DE ILUMINACION		GLB	GLB		1.00	1.00				11,000.00			2,400.00
3.2.0	TUBERIAS CONDUITS		GLB	GLB		1.00	1.00				4,950.00			990.00
3.3.0	ACCESORIOS METALICOS		GLB	GLB		1.00	1.00				8,000.00			2,000.00
3.4.0	CAJADE PASO		GLB	GLB		1.00	1.00				12,710.00			2,550.00
3.5.0	POSTES METALICOS		GLB	GLB		1.00	1.00				8,600.00			1,750.00
3.6.0	CABLES ELECTRICOS		GLB	GLB		1.00	1.00				3,100.00			6,150.00
3.7.0	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA		GLB	GLB		1.00	1.00				7,500.00			3,000.00
3.8.0	SISTEMA DE PROTECCION CON PARARRAYOS		GLB	GLB		1.00	1.00				7,000.00			1,400.00
<b>IV</b>	<b>OBRAS INSTRUMENTACION</b>													
4.0.0	EQUIPOS Y MATERIALES		GLB	GLB		1.00	1.00				1,200.00			63,100.00
4.1.0	TUBERIAS CONDUITS		GLB	GLB		1.00	1.00				5,500.00			2,500.00
4.2.0	CABLES		GLB	GLB		1.00	1.00				3,300.00			1,100.00
														<b>10,000.00</b>
														<b>63,100.00</b>
														<b>13,500.00</b>
														<b>86,600.00</b>
	<b>SUBTOTAL</b>													<b>194,960.00</b>
	<b>CONTINGENCIAS (10%)</b>													<b>18,200.00</b>
														<b>141,115.00</b>
														<b>518,600.00</b>
														<b>51,880.00</b>
	<b>TOTAL</b>													<b>670,700.00</b>

**ANEXO 11: PRESUPUESTO FASE II**

Proyecto: NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE D-2 - ESTACIÓN PASE T-1  
 Coord.Py: R. Ocaña  
 Ing.Diseño: J. Ortiz / R. Ocaña / F. Vargas / G. Aybar

Revisión: 0  
 Fecha: 10-oct-10

ITEM	PARTIDA	UNIDAD			CANTIDAD			PRECIOS UNITARIOS US \$.			COSTOS DIRECTOS US \$.				
		MAT	EQ	LABOR	MAT	EQ	LABOR	MAT	EQ	LABOR	MAT	EQ	LABOR	TOTAL	
<b>I</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>										<b>136,800</b>		<b>248,700</b>	<b>385,600</b>	
1 01	OBRAS PRELIMINARES	GLB		GLB	1		1	4 000		32 200	4 000		32 200		
1 02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	GLB		GLB	1		1	39 900		80 500	39 900		80 500		
1 03	OBRAS DE CONCRETO	GLB		GLB	1		1	81 000		61 000	61 000		61 000		
1 04	ESTRUCTURAS METALICAS	GLB		GLB	1		1	12 000		75 000	12 000		75 000		
<b>II</b>	<b>OBRAS MECANICAS</b>										<b>238,200</b>	<b>175,200</b>	<b>198,200</b>	<b>611,800</b>	
2 01	<b>01 TANQUE 200" GAL</b>														
2 01 01	PLANCHAS DE ACERO ESP 6 mm	KG		KG	13000		13000	5 0		3 00	65 000		39 000	104 000	
2 01 02	PLANCHAS DE ACERO ESP 8 mm	KG		KG	4400		4400	5 0		3 00	22 000		13 200	35 200	
2 01 03	PLANCHAS DE 9 mm- TECHO	KG		KG	8200		8200	5 0		3 00	31 000		18 800	49 600	
2 01 04	PLANCHAS DE 8 mm- FONDO	KG		KG	5500		5500	5 0		3 00	27 500		16 500	44 000	
2 01 05	ESTRUCTURAS DE ACERO MONTAJE	KG		KG	2500		2500	5 0		3 00	12 500		7 500	20 000	
2 01 06	ARENADO	KG		KG			31600			0 45			14 220	14 220	
2 01 07	PINTURA	KG		KG	31600		31600	0 45		0 15	14 220		4 740	18 960	
2 01 08	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD EN TANQUES			GLB			1			2 500			2 500		
2 01 09	PRUEBA ESTANQUEIDAD Y PUESTA EN OPERACION			GLB			1			3 500			3 500	3 500	
2 02	<b>EQUIPOS</b>														
2 02 01	MOTOBOMBA CONTRA INCENDIOS 680 GPM @ 120 PSIG C/CASETA		UND	UND			1 00		1 00	105 000 00	21 000 00		105 000	21 000	126 000
2 02 02	TANQUE DE AGUA DE 77 000 GAL (incluye reparación, reubicación y pintado)		UND	UND			1 00		1 00	15 000 00	25 000 00		15 000	25 000	40 000
2 02 03	TANQUE ATMOSFERICO DE CONCENTRADO DE ESPUMA DE 205 GAL		UND	UND			1 00		1 00	21 500 00	1 075 00		21 500	1 075	22 575
2 02 04	PROPORCIONADOR DE ESPUMA		UND	UND			2 00		2 00	2 200 00	330 00		4 400	660	5 060
2 02 05	CAMARA FORMADORA DE ESPUMA		UND	UND			3 00		3 00	2 900 00	435 00		8 700	1 305	10 005
2 02 06	MANGUERAS DE 250 PSI DE 6"Øx 30 m de long		UND	UND			1 00		1 00	650 00	65 00		650	65	715
2 02 07	MANGUERAS DE 250 PSI DE 2 1/2"Øx 30 m de long		UND	UND			2 00		2 00	480 00	48 00		960	96	1 056
2 02 08	FILTRO CABEZERO 8" DIA. TIPO BASKET 40 MESH FLGD. ANSI 150		UND	UND			1		1	9200 0	150 0		9 200	150	9 350
2 02 09	FILTRO TIPO STRAINER		UND	UND			2 00		2 00	650 00	110 50		1 300	221	1 521
2 02 10	MANOMETROS		UND	UND			4 00		4 00	25000	42 50		1 000	170	1 170
2 02 11	SPRAYS		UND	UND			36 00		36 00		48 00		1 728	173	1 901
2 03	<b>VALVULAS</b>														
2 03 01	VALVULAS MARIPOSA 4" DIA. LUG. ANSI 150. OPERADA POR REDUCTOR DE ENGRANAJES Y ACTUADOR ELÉCTRICO. CUERPO DE FIERRO CON PLUG DE SS316L		UND	UND			1		1	2000 0	1000		2 000	100	2 100
2 03 02	VALVULAS MARIPOSA 3" DIA. LUG. ANSI 150. OPERADA POR REDUCTOR DE ENGRANAJES Y ACTUADOR ELÉCTRICO. CUERPO DE FIERRO CON PLUG DE SS316L		UND	UND			2		2	1800 0	90 0		3 600	160	3 760
2 03 03	VALVULAS MARIPOSA 3" DIA. LUG. ANSI 150. OPERADA POR PALANCA MANUAL. CUERPO DE FIERRO FUNDIDO CON PLUG DE SS316L		UND	UND			1		1	1250 0	50 0		1 250	50	1 300
2 03 04	VALVULA PRESION-VACIO. 3"DIA. CUERPO DE ALUMINIO		UND	UND			1		1	1050 0	50 0		1 050	50	1 100
2 03 05	VALVULA DE BOLA 1" DIA. ANSI 150. THREADED		UND	UND			4		4	25 0	15 0		100	60	160
2 03 06	VALVULA COMPUERTA OS&Y 6" C/SWITCH INDICADOR		UND	UND			2 00		2 00	1 800 00	306 00	3 600		612	4 212
2 03 07	VALVULA COMPUERTA OS&Y 4" C/SWITCH INDICADOR		UND	UND			1 00		1 00	620 00	105 40	620		105	725
2 03 08	VALVULA COMPUERTA OS&Y 3" C/SWITCH INDICADOR		UND	UND			2 00		2 00	510 00	86 70	1 020		173	1 193
2 03 09	VALVULA GATE ANGULAR 2 1/2"		UND	UND			3 00		3 00	450 00	76 50	1 350		230	1 580
2 03 10	VALVULA CHECK 8"		UND	UND			1 00		1 00	860 00	146 20	860		146	1 006
2 03 11	VALVULA CHECK 3"		UND	UND			4 00		4 00	570 00	96 90	2 280		388	2 688
2 03 12	VALVULA CHECK 2 1/2"		UND	UND			1 00		1 00	450 00	76 50	450		77	527
2 03 13	VALVULA BOLA 2" A MENOS		UND	UND			5 00		5 00	150 00	25 50	750		128	878
2 04	<b>TUBERIAS</b>														
2 04 01	TUBERIA DE ACERO 6" DIA. API 5L. GR B SCH 40	M		M	42		42	55		22 00	2 310		924	3 234	
2 04 02	TUBERIA DE ACERO 4" DIA. API 5L. GR B SCH 40	M		M	72		72	45		18 00	3 240		1 296	4 536	
2 04 03	TUBERIA DE ACERO 3" DIA. API 5L. GR B SCH 40	M		M	12		12	30		12 00	360		144	504	
2 04 04	TUBERIA DE ACERO 1" DIA. ASTM A-36 SCH 80	M		M	12		12	15		2 50	180		30	210	
2 04 05	6" TUBERIA ASTM A-53 SCH 40	M		M	102 00		102 00	6000		24 00	6 120		2 448	8 568	
2 04 06	4" TUBERIA ASTM A-53 SCH 40	M		M	24 00		24 00	3500		14 00	840		336	1 176	
2 04 07	3" TUBERIA ASTM A-53 SCH 40	M		M	72 00		72 00	3000		12 00	2 160		864	3 024	
2 04 08	2 1/2" TUBERIA ASTM A-53 SCH 40	M		M	252 00		252 00	1300		5 20	3 276		1 310	4 586	
2 04 09	1 1/2" TUBERIA ASTM A-53 SCH 40	M		M	10800		10800	12 50		5 00	1 350		540	1 890	
2 04 10	1" TUBERIA ASTM A-53 SCH 40	M		M	1200		12 00	11 00		4 40	132		53	185	
2 05	<b>ACCESORIOS DE TUBERIAS</b>														
2 05 01	REDUCCIONES EXCENTRICAS 6"x4" ASTM A234 BUTT WELDED	UND		UND	2		2	125		10	250		20	270	
2 05 02	REDUCCIONES EXCENTRICAS 6"x3" ASTM A234 BUTT WELDED	UND		UND	2		2	125		10	250		20	270	
2 05 03	CODOS 90º DEG 6" DIA. DEG R L ASTM A234 BUTT WELDED	UND		UND	14		14	65		10	910		140	1 050	
2 05 04	CODOS 90º DEG 3" DIA. DEG R L ASTM A234 BUTT WELDED	UND		UND	12		12	65		10	780		120	900	
2 05 05	CODOS 45º 6" DIA. DEG R L ASTM A234 BUTT WELDED	UND		UND	10		10	65		10	650		100	750	
2 05 06	CODOS 45º 3" DIA. DEG R L ASTM A234 BUTT WELDED	UND		UND	6		6	65		10	390		60	450	
2 05 07	TEE 6" DIA. ASTM A234 BUTT WELDED	UND		UND	4		4	125		10	500		40	540	
2 05 08	TEE 3" DIA. ASTM A234 BUTT WELDED	UND		UND	4		4	65		10	260		40	300	
2 05 09	FABRICACION DE ACCESORIOS. BRIDAS. JUNTAS DE EXPANSION E.	GLB		GLB	1		1	17500		3350	17 500		3 350	20 850	
2 06	<b>ACABADOS FINALES</b>														
2 06 01	PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD DE TUBERIAS	GLB		GLB	1		1			2500			2 500	2 500	
2 06 02	PINTURA Y SEÑALIZACION DE FLUJO DE COMBUSTIBLE	GLB		GLB	1		1	1000		350	1 000		350	1 350	
2 06 03	PRUEBAS Y PUESTA EN OPERACION	GLB		GLB	1		1	1500		6000	1 500		6 000	7 500	
2 06 04	ESPUMA AFFF AL 3% GAL BARRIL DE 55 GAL	GAL			250 00			250 00			6 250			6 250	
2 06 05	SOPORTES DE TUBERIA	KG		KG	500 00		500 00	5 00		1 00	2 500		500	3 000	
2 06 06	DESMontaje Y REubicación DE DE LINEAS EXISTENTES DE 6". 8"			GLB			1 00			5 000 00			5 000	5 000	

**ANEXO 11: PRESUPUESTO FASE II**

Proyecto: NUEVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE D-2 - ESTACIÓN PASE T-1  
 Coord.Py: R. Ocaña  
 Ing.Diseño: J. Ortiz / R. Ocaña / F. Vargas / G. Aybar

Revisión: 0  
 Fecha: 10-oct-10

ITEM	PARTIDA	UNIDAD			CANTIDAD			PRECIOS UNITARIOS US \$.			COSTOS DIRECTOS US \$.					
		MAT	EQ	LABOR	MAT	EQ	LABOR	MAT	EQ	LABOR	MAT	EQ	LABOR	TOTAL		
<b>III</b>	<b>OBRAS ELECTRICAS</b>															
3 01	EQUIPOS ELECTRICOS		GLB	GLB		1	1		18 000	2 700			18 000	2 700		
3 02	ILUMINACION	GLB		GLB	1		1	13 500		3 900	13 500			3 900		
3 03	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	GLB		GLB	1		1	7 000		2 000	7 000			2 000		
3 04	CABLES ELÉCTRICOS Y TUBERIAS	GLB		GLB	1		1	1 200		1 500	1 200			1 500		
3 05	OTROS (PARRARAYOS)		GLB	GLB		1	1		4 800	8 000			4 800	8 000		
<b>IV</b>	<b>OBRAS INSTRUMENTACION</b>												<b>24,000</b>	<b>77,000</b>	<b>20,200</b>	<b>121,200</b>
4 01	EQUIPOS		GLB	GLB		1	1		77 000	9 900			77 000	9 900		
4 02	CONDUITS, CABLES, ACCESORIOS	GLB		GLB	1		1	24 000		10 300	24 000			10 300		
<b>V</b>	<b>INGENIERIA</b>													<b>12,000</b>	<b>12,000</b>	
5 01	INGENIERIA, TRAZOS, TOPOGRAFIA			GLB			1			4 000				4 000	4 000	
5 02	ESTUDIO DE RIESGOS			GLB			1			4 000				4 000	4 000	
5 03	ESTUDIO DE SUELOS			GLB			1			4 000				4 000	4 000	
	<b>SUBTOTAL</b>												<b>420,800</b>	<b>275,000</b>	<b>497,200</b>	<b>1,193,000</b>
	CONTINGENCIAS 10%															119 300
	<b>TOTALES</b>															<b>1,312,300</b>

**ANEXO 12: SISTEMA DE PINTURA RECOMENDADO**

**TANQUES**

Servicio	Color de Acabado	Producto	EPS(mils)
Combustible	Amarillo Seguridad (RAL 102)	<u>Exterior</u>	
		Jet Primer Epoxi	2
		Amercoat 385	5
		Amercoat 450 HS	3
		Total	10
	Blanco	<u>Interior</u>	
		Amercoat 90 HS	5
		Amercoat 90 HS	5
Total		10	
Agua	Verde (RAL 6029)	<u>Exterior</u>	
		Jet Primer Epoxi	2
		Amercoat 385	5
		Amercoat 450 HS	3
	Total	10	
	Blanco	<u>Interior</u>	
		Amercoat 385	5
		Amercoat 385	5
Total		10	

**TUBERÍAS**

Servicio	Color de Acabado	Producto	EPS(mils)
Combustible	Amarillo Seguridad (RAL 102)	Amercota 68 HS	3
		Amerlock 400	5
		Total	8
Agua Contraincendios	Rojo Seguridad (RAL 3020)	Amercota 68 HS	3
		Amerlock 400	5
		Total	8
Enterradas	Café o Negro	Amerlock 400	5
		Coaltar	7
		Total	12

**NOTAS:**

1. El procedimiento de pintura debe ser elaborado por el Especialista en Pinturas.
2. El color de acabado final de la pintura será de acuerdo al código de colores de la norma ITINTEC 399.012.1984.