

Tabla de Contenido

I. OBJETIVO DEL ESTUDIO	1
I. 1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	1
II. DATOS GENERALES.....	4
II.1 NOMBRE DE LA RAZÓN SOCIAL	4
II.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DE LA EMPRESA.....	4
II.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL	4
II.4 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES Y CURP DEL REPRESENTANTE LEGAL	4
II.5 DIRECCIÓN DEL REGULADO O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES	5
II.6 DOMICILIO DONDE SE LLEVARÁN A CABO LAS ACTIVIDADES.....	5
II.7 NÚMERO DE TRABAJADORES EQUIVALENTE	5
II.8 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL REPORTE DE ANÁLISIS DE RIESGO DE PROCESO.....	6
II.9 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES.....	6
II.10 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO DE PROCESO	6
III. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS Y OPERACIONES ANALIZADAS.....	8
III.1 CRITERIOS DE UBICACIÓN.....	8
III.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO	9
III.3 NOMBRE DEL PROYECTO	11
III.4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR	11
III.4.1 INSTALACIONES	14

III.4.2	DUCTOS.....	15
III.4.3	POZOS.....	15
III.4.4	TRANSPORTE DISTINTO A DUCTOS.....	15
III.4.5	DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS Y OPERACIONES ANALIZADAS.....	15
III.4.6	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LOS CIRCUITOS ANALIZADOS.....	18
III.5	CARACTERÍSTICAS DEL RÉGIMEN OPERATIVO DE LA INSTALACIÓN (CONTINUO O POR LOTES).....	30
III.6	PROGRAMA DE TRABAJO.....	30
III.7	MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN.....	35
III.7.1	INSPECCIÓN DE EQUIPOS PRINCIPALES.....	35
III.7.2	HOJA DE SEGURIDAD.....	35
III.7.3	EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES.....	36
III.8	CONDICIONES DE OPERACIÓN.....	37
III.8.1	BALANCE DE MATERIA.....	37
III.8.2	TEMPERATURAS Y PRESIONES DE DISEÑO Y OPERACIÓN.....	37
III.8.3	ESTADO FÍSICO DE LAS DIVERSAS CORRIENTES DEL PROCESO.....	38
III.8.4	DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN (DTI'S) CON BASE EN LA INGENIERÍA DE DETALLE Y CON LA SIMBOLOGÍA CORRESPONDIENTE.....	38
III.9	RESIDUOS, DESCARGAS Y EMISIONES GENERADAS DURANTE LA OPERACIÓN DEL PROCESO.....	38
III.9.1	RESIDUOS PELIGROSOS.....	38

III.9.2	RESIDUOS NO PELIGROSOS (residuos de manejo especial).....	39
III.9.3	AGUAS RESIDUALES	39
III.9.4	EMISIONES A LA ATMÓSFERA.....	40
III.9.5	FACTIBILIDAD DE RECICLAJE, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN.....	41
IV	DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.....	41
IV.1	DESCRIPCIÓN.....	41
IV.1.1	VEGETACIÓN.....	45
IV.1.2	FAUNA	51
IV.1.3	EDAFOLOGÍA.....	53
IV.1.4	HIDROLOGÍA.....	54
IV.1.5	DENSIDAD DEMOGRÁFICA EN EL SITIO.....	56
IV.1.6	CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	57
IV.1.7	SISMOLOGÍA.....	58
V	INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN LOS PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO.....	59
V.1	AUTORIZACIONES AMBIENTALES	59
VI	ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS	61
VI.1	ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS E INSTALACIONES SIMILARES	62
VI.2	IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS.....	66
VI.2.1	ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO	68
VI.2.2	ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.	76

VI.2.3 ANÁLISIS DE RIESGO 86

VI.2.4 DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO
ADICIONALES PARA ESCENARIOS DE RIESGO NO
TOLERABLES Y/O ALARP, (AS LOW AS REASONABLY
PRACTICABLE, TAN BAJO COMO SEA RAZONABLEMENTE
FACTIBLE).....89

VI.3 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS
ESCENARIOS DE RIESGO98

VI.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:.....98

VI.5 RESUMEN EJECUTIVO99

VI.6 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y
ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN
PRESENTADA EN EL ANÁLISIS DE RIESGO (ANEXOS).....103

VI.7 BIBLIOGRAFÍA104

Índice de figuras

Figura 1 Ubicación del proyecto.....	8
Figura 2 Coordenadas de ubicación del proyecto	10
Figura 3 Vías de Acceso	11
Figura 4 Planos de las obras contempladas en el proyecto	12
Figura 5 Obras contempladas en el proyecto	13
Figura 6 Diagrama de flujo específico del proceso de manejo de gasolinas y diésel en la Terminal.	17
Figura 9 Almacenamiento, Recepción y Entrega de diésel dentro de la Terminal.	25
Figura 10 Almacenamiento, Recepción y Entrega de gasolina dentro de la Terminal.	26
Figura 11. Área Urbana.....	41
Figura 12 Ubicación de Proyecto con respecto a la zona urbana de Veracruz.	43
Figura 13 Colindancias con el predio del proyecto.....	44
Figura 14 Instalaciones de Vopak	45
Figura 15 Uso de suelo y vegetación.....	46
Figura 16 Tipos de suelo existentes	54
Figura 17 Cuencas y microcuencas.	55
Figura 18 Clima característico de la región	57
Figura 19 Simbología utilizada en el árbol de fallas	69
Figura 20 Árbol de fallas para fuga en tuberías.....	77
Figura 21 Árbol de fallas para fuga en el tanque.....	77
Figura 22 Árbol de fallas para Derramen en la bahía de carga de auto tanques.....	78
Figura 23 Radios de afectación por calor derivados de un incendio en el dique de contención 100, gasolinas.....	83
Figura 24 Radios de afectación por calor derivados de una BLEVE de gasolina	84

Figura 25 Radios de afectación por calor derivados de un incendio en el dique de contención 101, Diésel. 84

Figura 26 Radios de afectación por calor derivados de una BLEVE de Diésel 85

Figura 27 Capas de protección..... 95

Índice de Tablas

Tabla 1	Coordenadas de ubicación del proyecto	9
Tabla 2	Características de equipos principales y auxiliares de la Instalación	14
Tabla 3	Equipo de bombeo	15
Tabla 4	Sistema de alarmas	29
Tabla 8	Programa general de trabajo	32
Tabla 9	Listado de materiales y sustancias peligrosas	35
Tabla 10	Características de los equipos para almacenamiento	36
Tabla 11	Características de los tanques y bombas para el almacenamiento del diésel y gasolina.....	37
Tabla 12	Tipo de residuos peligrosos generados.....	38
Tabla 13	Empresas colindantes al predio del proyecto	43
Tabla 15	Antecedentes de accidentes e Incidentes.	65
Tabla 16	Identificación de peligros	67
Tabla 17	Identificación de peligros	70
Tabla 18	Clasificación de frecuencias para Escenarios de Riesgo.....	72
Tabla 19	Clasificación de consecuencias para Escenarios de Riesgo	73
Tabla 20	Relación entre severidad y frecuencia	75
Tabla 21	Jerarquización de riesgos	76
Tabla 22	Escenarios de Riesgo identificados.....	76
Tabla 23	Evento tope: Fuga en tuberías ecuaciones.....	78
Tabla 24	Evento tope: Fuga en tuberías.....	79
Tabla 25	Evento tope: Fuga en tanque, ecuaciones	79
Tabla 26	Evento tope: Fuga en tanque	80
Tabla 27	Evento tope: Derrame en la bahía de carga de auto tanques ecuaciones	80
Tabla 28	Evento tope: Derrame en la bahía de carga de auto tanques.....	81
Tabla 29	Datos meteorológicos utilizados en la simulación	82

Tabla 30 Datos para el inventario y la tasa de descarga83

Tabla 31 Resultados de las simulaciones86

Tabla 32 Descripción de los posibles receptores de Riesgo.87

Tabla 33 Niveles de Integridad de Seguridad: Probabilidad de falla en
demanda.....93

Tabla 34 Clasificación del SIL en función de la frecuencia de fallos94

Tabla 35 Niveles de Integridad de Seguridad: frecuencia de fallas
peligrosas de las funciones instrumentadas de seguridad.94

Tabla 36 Valor de Frecuencias típicas para eventos iniciadores.....97

Definiciones

API	American Petroleum Institute
ASEA	Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente
Diablo	Los Diablos son dispositivos que se insertan y viajan por la longitud de una tubería, impulsados por el flujo de la misma. Existen dos categorías: los Diablos instrumentados, que se encuentran equipados con diferentes instrumentos de medición, y Diablos de Limpieza, que son elementos de limpieza básicos y su función principal es la de limpiar y remover sedimentos dentro de la tubería a recorrer.
DTI	Diagrama de tubería e instrumentación
FASE I	Se refiere a las instalaciones y procesos autorizados previamente a Vopak mediante oficio ASEA/UGI/DGGPI/0468/2018 de fecha 22 de marzo de 2018.

I. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente documento tiene por objetivo general presentar el análisis de riesgo para el proyecto denominado Veracruz CPP Fase 2, en lo subsecuente el Proyecto, para determinar los peligros y riesgos que dicho proyecto representa principalmente al ambiente (como parte del trámite de la Manifestación de Impacto Ambiental), considerando asimismo los riesgos a las personas y las instalaciones.

I. 1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los riesgos presentes en la ampliación de las instalaciones del Proyecto, mediante la aplicación de metodologías de análisis cualitativo, considerando la instalación, los sistemas y equipos, así como la operación y el mantenimiento.
2. Llevar a cabo una jerarquización de los escenarios de riesgo identificados en las instalaciones del Proyecto, en función de la severidad de los daños al ambiente y a la seguridad del personal.
3. Realizar una estimación cualitativa sobre la ocurrencia de los escenarios de riesgo en función de las frecuencias con que se estima que puedan presentarse.
4. Evaluar cuantitativamente la consecuencia de cada uno de los escenarios en los que se determinen riesgos intolerables.

I.2 ALCANCE DEL ESTUDIO

En el presente documento se atenderá lo relacionado con la segunda etapa de un proyecto, cuya primera fase fue autorizada por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), mediante oficio ASEA/UGI/DGGPI/0468/2018 de fecha 22 de marzo de 2018, por lo que a lo largo del presente estudio nos referiremos a la etapa I para mencionar las instalaciones y obras previamente autorizadas.

Una vez precisado lo anterior, se tiene que el Proyecto consiste en la construcción de nuevos tanques para el almacenamiento de gasolina y diésel, la ampliación y adecuación de la infraestructura existente, en la terminal Vopak Veracruz, por lo que el objetivo del proyecto es realizar el recibo, almacenamiento y despacho de petrolíferos, en una superficie de 18,900 m².

El alcance del presente estudio es únicamente para las siguientes instalaciones:

1. Tres tanques de 8,270 m³ para el almacenamiento de diésel y su respectivo dique de contención.
2. Seis tanques de 9,065 m³ para el almacenamiento de gasolina y su respectivo dique de contención
3. Cuatro nuevas bahías de carga de transporte terrestre (llenaderas).
4. Instalación de nuevas tuberías desde la llegada de la línea de muelle hasta cada uno de los tanques de almacenamiento y de los tanques de almacenamiento hasta el área de llenaderas.

Es importante mencionar que los productos que se almacenan en la Terminal pertenecen a los clientes de Vopak, quienes arrendan los tanques por periodos determinados y posteriormente envían sus propias unidades (auto tanques) para el retiro de sus productos de la terminal.

Al respecto se tiene que Vopak no participa ni participará en el transporte o venta en ninguna etapa de la cadena de producción o comercialización de las sustancias que se almacenen en la Terminal, sino únicamente en el almacenamiento temporal, tampoco

lleva a cabo ningún proceso asociado con la mezcla de las sustancias almacenadas, particularmente combustibles.

En materia de análisis de consecuencias se circunscribe a los escenarios que puedan generar derrames y fuego, derivado de la pérdida de controles, de ingeniería o administrativos considerando la interface de los riesgos de seguridad física de acuerdo al enfoque de integridad operativa adoptado por VOPAK MÉXICO S.A. DE C.V., para los cuales se derivará un análisis en función de las afectaciones que pueden generarse.

II. DATOS GENERALES

II.1 NOMBRE DE LA RAZÓN SOCIAL

El Regulado es la empresa Vopak México, S.A. de C.V. (Vopak), personalidad que se acredita con la Escritura 87,415, del libro 1,620, de fecha 25 de agosto de 2006, otorgada la fe del Lic. José Luis Quevedo Salceda, Titular de la Notaría número 99 del entonces Distrito Federal, hoy Ciudad de México, que presenta la protocolización del acta de asamblea general extraordinaria de accionistas, en el que se acuerda el cambio de denominación a Vopak México, S.A. de C.V. (Anexo 1).

II.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DE LA EMPRESA

El Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de Vopak es VME881019MC8. Se adjunta copia simple de la Cédula de Identificación Fiscal (Anexo 2).

II.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL

La Maestra en Administración Gabriela Fernández Gallegos, coordinadora de proyectos de Vopak en la Terminal Veracruz, es quien cuenta con todas las facultades y atribuciones para representar al Regulado y presentar la presente manifestación de impacto ambiental, conforme al poder otorgado conferido mediante Escritura Pública número 76,096, del libro número 1,592, de fecha 25 de enero de 2017, otorgado ante la fe del Licenciado Erik Namur Campesino, Notario Público número 94 del entonces Distrito Federal hoy Ciudad de México (Anexo 3).

II.4 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES Y CURP DEL REPRESENTANTE LEGAL

Se adjunta copia simple de la identificación oficial, vigente, expedida por el entonces Instituto Federal Electoral (IFE) hoy Instituto Nacional Electoral y el Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de la Ciudadana Gabriela Fernández Gallegos, representante legal de Vopak (Anexo 4 y 5).

II.5 DIRECCIÓN DEL REGULADO O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

A continuación, se presentan los datos de Vopak, para oír y/o recibir notificaciones relativas al procedimiento y trámite para la evaluación del Proyecto en materia de impacto y riesgo ambiental.

DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL REPRESENTANTE LEGAL ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

II.6 DOMICILIO DONDE SE LLEVARÁN A CABO LAS ACTIVIDADES

DOMICILIO DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

II.7 NÚMERO DE TRABAJADORES EQUIVALENTE

De acuerdo con el cronograma y plantilla general de trabajo, para la etapa de operación y mantenimiento se requerirán de un total de 45 trabajadores, que 36 con los que ya

cuenta la empresa y 9 que se incorporarán para la etapa de operación de la nueva Fase 2.

II.8 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL REPORTE DE ANÁLISIS DE RIESGO DE PROCESO

El Ingeniero José María Lorenzo Alonso es el responsable técnico de la elaboración del reporte de Análisis de Riesgo de Proceso con cédula profesional número 891083 (Anexo

6) y **CURP DEL RESPONSABLE TÉCNICO ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

II.9 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES

Se anexa el RFC (Anexo 72)

II.10 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO DE PROCESO

DOMICILIO, TELÉFONO Y CORREO ELECTRÓNICO DEL RESPONSABLE TÉCNICO ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

PROMOVENTE DEL PROYECTO

Gabriela Fernández Gallegos
Representante Legal

Firma

RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO DE RIESGO

José María Lorenzo Alonso
Responsable Técnico

Firma

Conforme lo establecido en los artículos 35 y 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, los arriba firmantes declaran bajo protesta de decir verdad que los resultados obtenidos de la realización del presente Estudio de Riesgo se obtuvieron a través de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas en la presente son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales por el Proyecto a desarrollar, y que si se comprueba que en la elaboración del documento en cuestión la información es falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sin perjuicio de las sanciones que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas.

III. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS Y OPERACIONES ANALIZADAS

III.1 CRITERIOS DE UBICACIÓN

La instalación donde se ubicará el Proyecto objeto del presente ERA; se encuentran actualmente en operación para el almacenamiento de las sustancias autorizadas, se cuenta con un programa de mantenimiento, la instalación fue construida por la entonces razón social TERMINAL DE PRODUCTOS ESPECIALIZADOS, S.A. de C.V, desde el año 2006 el responsable de la operación y mantenimiento por el almacenamiento de diversas sustancias derivado de un cambio en la denominación en la razón social lo es VOPAK MÉXICO S.A. de C.V.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

DOMICILIO DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Tabla 1 Coordenadas de ubicación del proyecto

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Accesos:

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

III.3 NOMBRE DEL PROYECTO

“Veracruz CPP Fase 2”.

III.4 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR

La actividad por realizar consiste básicamente en el recibo, almacenamiento y despacho de combustibles a auto tanques.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

m³ para el almacenamiento de diésel, seis tanques de 9,065 m³ para el almacenamiento de gasolina, sus respectivos diques de contención y cuatro nuevas bahías de carga de transporte terrestre (Figura 4 y Figura 5).

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

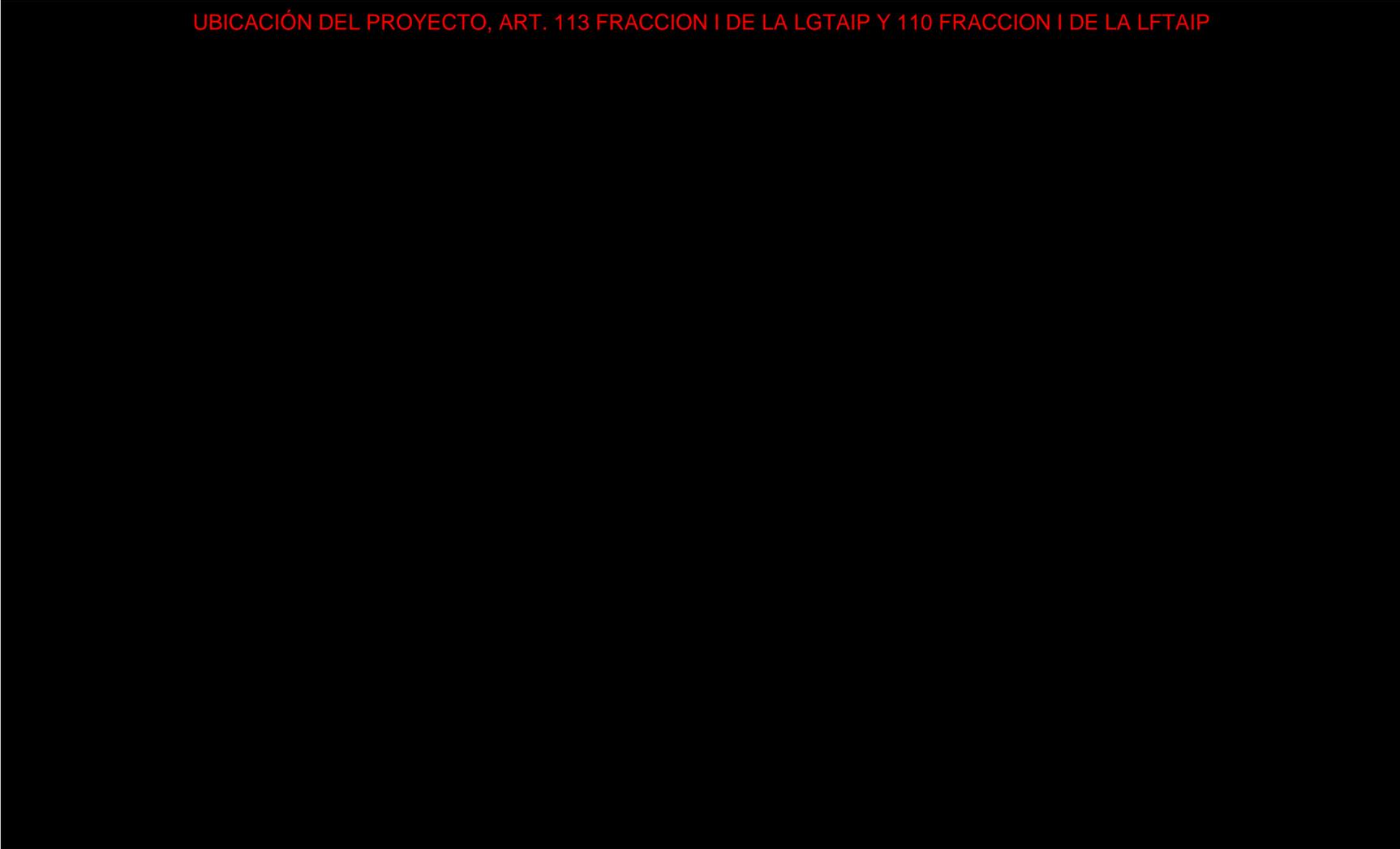
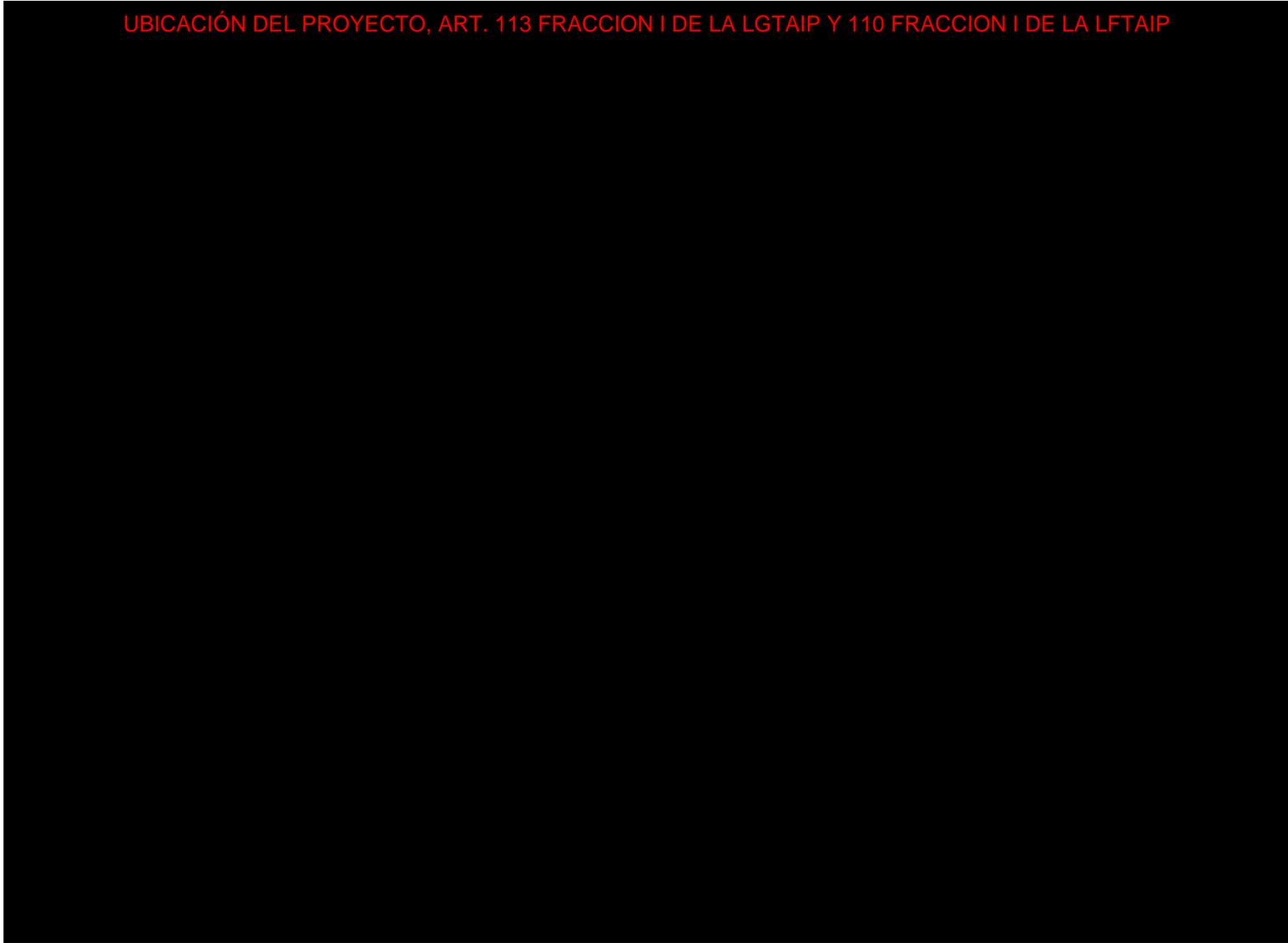
A large black rectangular area covering the majority of the page, indicating that the content has been redacted.

Figura 4 Planos de las obras contempladas en el proyecto



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



III.4.1 INSTALACIONES

Las nuevas instalaciones se ubicarán de la siguiente manera:

Los tanques de diésel se localizarán en el área donde actualmente se encuentra el dique B, que será modificado para otorgar la cobertura definida por Vopak, 110% del tanque de mayor capacidad contenido en el dique, que incluirá los tanques existentes, y renombrado como dique 101.

El diésel se recibirá en el cabezal de distribución localizado a un costado del dique de 101, mediante una tubería de 12" de acero al carbón.

El cabezal contará con un arreglo que permite seleccionar el o los tanques que serán llenados o vaciados mediante válvulas de accionamiento manual.

Las líneas de descarga serán de 8" de acero al carbón y se instalará en los soportes de tuberías autorizados en la etapa I para enviar los productos a las estaciones de carga del transporte terrestre.

Los tanques para gasolina serán levantados en el área que actualmente se utiliza como estacionamiento para los transportes. Se construirá un dique nuevo, que se denominará dique 100 y cumplirá con las especificaciones de Vopak mencionadas anteriormente.

El producto se recibirá a través de una tubería de acero al carbón de 12", cuyo inicio es el área de recepción de diablitos de la etapa I, la tubería será instalada en los soportes de tuberías autorizados en la etapa I para enviar los productos a las estaciones de carga del transporte terrestre.

Las nuevas estaciones de carga de vehículos terrestres se instalarán a un costado de las estaciones de la etapa I.

Tabla 2 Características de equipos principales y auxiliares de la Instalación

Identificación	Localización	Equipo	Altura	Diámetro	Volumen	Producto	Construcción
TK 101-1 al TK 101-3	Dique 101	Tanque techo fijo	23 m	21.4 m	8,270 m ³	Diésel	Acero al carbón
TK-100-1 al TK	Dique 100	Tanque techo	23 m	22.4 m	9,065m ³	Gasolina	Acero al

	Estudio de Riesgo	Veracruz CPP Fase 2
--	-------------------	---------------------

Identificación	Localización	Equipo	Altura	Diámetro	Volumen	Producto	Construcción
100-6		Flotante					carbón

Tabla 3 Equipo de bombeo

Identificación	Localización	Equipo	Servicio	Fluido	Material	Potencia HP	Gasto m ³ /hr
PP-301-05 y 06	Dique 101	Bomba centrífuga	Llenaderas	Diésel	Hierro dúctil	82.4	340
PP-300-09	Dique 100	Bomba centrífuga	Drenaje	Aguas aceitosas			30
PP-300-02 a 06	Dique 100	Bomba centrífuga	Llenaderas	Gasolina	Hierro dúctil	54.7	340

III.4.2 DUCTOS

Debido a la naturaleza del Proyecto este inciso no aplica por ser una actividad únicamente de almacenamiento.

III.4.3 POZOS

Debido a la naturaleza del Proyecto este inciso no aplica por ser una actividad únicamente de almacenamiento.

III.4.4 TRANSPORTE DISTINTO A DUCTOS

Debido a la naturaleza del Proyecto este inciso no aplica por ser una actividad únicamente de almacenamiento.

III.4.5 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS Y OPERACIONES ANALIZADAS

Las pretendidas operaciones objeto del presente ERA, consisten en el recibo, almacenamiento y entrega de diésel y gasolinas. La recepción de estos productos se realizará a través de buque-tanques. Los productos serán almacenados en los tanques citados líneas arriba.

Las actividades se iniciarán con la llegada de los productos de los clientes por barco, estos serán descargados hacia la Terminal con las bombas que portan los mismos buques, a través de tuberías nuevas de acero y serán almacenados en los tanques seleccionados y previamente acondicionados.

Previo al arribo de los productos a la Terminal, Vopak se encargará de realizar las actividades de mantenimiento de tanques y tuberías, se realizará una prueba de alineación, para asegurar que los productos irán al tanque planeado y se verificará la hermeticidad de la línea con nitrógeno.

Una vez que el buque arribe al muelle, se realizará una reunión denominada de planificación, en esta se establecerá la forma en que se realizarán las actividades de descarga, especificando entre otros puntos, los tanques, líneas y secuencia de descarga que se van a aplicar, los parámetros operativos, como presión, temperatura, análisis de calidad de productos, tiempo estimado, equipo de seguridad necesario y personal autorizado para la realización de las maniobras.

Aseguradas las condiciones necesarias de calidad y seguridad para el bombeo del producto, los buques bombean el producto desde sus tanques hasta los tanques de almacenamiento de VOPAK, esta actividad se realiza mediante la conexión del barco a un cabezal de mangueras, ubicado en el muelle desde donde se acoplan a las tuberías de VOPAK.

El llenado de los tanques de almacenamiento se realizará a través de las válvulas colocadas a pie de tanque.

Para su posterior carga a auto tanques propiedad de los clientes dueños de los productos, esta se realizará en la zona de llenaderas, conforme a los procedimientos operativos y de seguridad previamente establecidos.

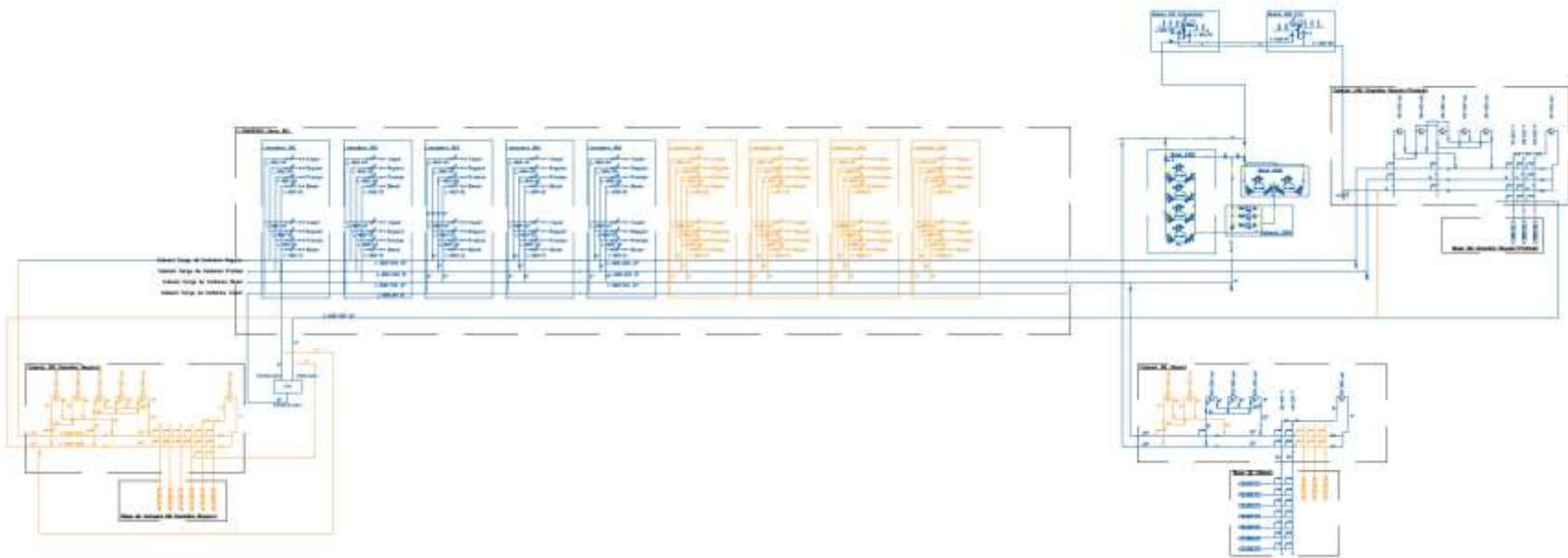


Figura 6 Diagrama de flujo específico del proceso de manejo de gasolinas y diésel en la Terminal.

III.4.6 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN LOS CIRCUITOS ANALIZADOS

Dentro de este apartado se presenta la información detallada de los principales elementos que componen los circuitos analizados, como son bombas, válvulas de seguridad, líneas contra incendio, ventilas de emergencia, etc.

Las actividades a desarrollar por el personal para la ejecución de las actividades de recibo, almacenamiento y transferencia de combustibles a los auto tanques se detallan a continuación, para las actividades de:

Descarga de buque tanques

Carga de auto tanques

III.4.6.1 DESCARGA DE BUQUES

III.4.6.1.1 PROGRAMACION DE LLEGADA DEL BUQUE

P&L (planeación y logística) revisa y mantiene actualizado el programa de arribo de buques en la red Vopak Veracruz, al menos de los próximos 4 días.

Solicita a los navieros de cada buque el plan de descarga del buque y líneas disponibles e informa al departamento de operaciones. Solicita a los navieros que envíe en forma anticipada la información de la interface de seguridad.

III.4.6.1.2 PLANEACION DE DESCARGA

P&L debe revisar que el espacio asignado sea el suficiente para la cantidad a descargar y en caso de no tener el espacio completo solicitara al cliente carga de auto tanque para lograr el espacio y/o asignar otros tanques.

El área de operaciones en base a la programación de P&L, prepara los tanques y líneas para la recepción del buque.

III.4.6.1.3 EJECUCION DE ACTIVIDADES DE PREPARACION

Cuando el producto a recibir en el tanque es relleno, el Supervisor de Operaciones o el operario asignado, debe medir el volumen disponible en tanque (s) antes de iniciar la descarga para corroborar que el tanque tiene capacidad de recepción o determinar en qué momento parar o hacer el cambio hacía otro tanque. La medición se debe registrar en el formato OPE-F-V16.

Antes de iniciar el bombeo de buque a tanques, el Supervisor de Operaciones debe verificar físicamente la correcta alineación de la infraestructura que se vaya a utilizar (recorriendo físicamente todo el circuito): manifold de barco, líneas, válvulas, mangueras, tanques, boca hombre superior e inferior, todo esto para asegurar la correcta transferencia de producto para prevenir fugas o derrames causados por malas conexiones, esta inspección debe quedar registrada en el OPE-F-V16.

El operador de muelle debe verificar que se encuentren conectadas las bridas de aislamiento entre las mangueras de descarga y el manifold de Vopak correctamente el buque y asegurarse que haya puentes de continuidad en todo el sistema de descarga para evitar cualquier incidente causado por electricidad estática.

Antes de comenzar con la descarga, el tanque al cual se enviará el producto tiene que estar debidamente inspeccionado y habilitado para estar en óptimas condiciones para que la tarea se lleve a cabo en forma segura.

III.4.6.1.4 INSPECCION DE EQUIPOS POR SUPERVISOR (SURVEYOR)

El área comercial debe definir a operaciones el alcance de la inspección requerida por el cliente.

La inspección de los equipos por parte del inspector debe ser antes del arribo del buque, preferentemente antes de 12 a 24 Horas.

Cuando se requieran medir tanques que vayan a rellenar del buque, se debe hacer una medición por parte de la Tercería antes de iniciar la descarga del buque, el inspector debe entregar a Operaciones la certificación, la cual será entregada en copia al supervisor de

operaciones. El supervisor de operaciones debe verificar la capacidad de recepción con los datos entregados por P&L.

Cada vez que el inspector deba realizar una inspección y/o medición deberá ser acompañado por personal de operaciones de Vopak, el inspector debe realizar la medición con su equipo con calibración vigente, además debe usar el EPP de acuerdo al producto, y en caso de medir productos flamables y el tanque tenga movimiento, se debe de esperar el tiempo de relajación de 30 minutos.

En caso de encontrar desviaciones en la muestra de producto a bordo, el inspector debe entregar muestra de retención a Vopak del tanque del buque.

III.4.6.1.5 CONEXIÓN DE EQUIPOS DE ACUERDO CON EL PLAN DE DESCARGA

De acuerdo con la planeación de la descarga, el supervisor de operaciones entrega a los operarios asignados las indicaciones de que sistema se usará en la descarga, para que hagan las conexiones requeridas.

Al realizar las conexiones, dos operarios realizarán dos chequeos independientes verificando que las conexiones estén bien hechas, para después hacer una prueba de hermeticidad con Nitrógeno, para detectar fallas de las conexiones antes de que inicie la descarga.

III.4.6.1.6 RECEPCION DE BARCO

El operario asignado (operador de muelle) al atraque del barco, debe estar en el muelle asignado 30 minutos antes de la llegada del buque al muelle.

El operador de muelle debe revisar las áreas cercanas al barco, para detectar si alguna compañía contratista está realizando trabajos de fuego, y de ser así deberá suspender dichos trabajos.

El operador de muelle debe hacer una revisión previa en el área, y notificará si hay alguna necesidad de equipo adicional para la operación del barco.

El operario de muelle debe llevarse todo el equipo de seguridad requerido para la descarga del buque, así como también los manómetros para cada línea a descargar.

El supervisor de operaciones debe entregar al operario la planeación de descarga del buque y el check list OPE-F-V15.

III.4.6.1.7 ACTIVIDADES AL INICIO DE LA DESCARGA

El supervisor de operaciones debe colocar el equipo de slopping de acuerdo a lo requerido por el cliente y deberá estar listos 2 hrs. antes de la llegada del barco, todos los tambores que se vayan a usar deben llevar su etiqueta respectiva (OPE-F-21).

El Supervisor de Operaciones tomará la lectura inicial del tanque (asignado para recibir el producto), la que tiene que capturar en PEPI, al igual que la temperatura inicial, MID (medida inicial de descarga)

El supervisor de operaciones debe asignar 2 horas antes de la llegada del buque al operario que se encargará de realizar los check list OPE-F-V15 Verificación en Muelle y OPE-F-V16 Verificación en Terminal.

El supervisor de operaciones debe subir al buque, en cuanto quede libre de autoridades, para establecer el plan de descarga con el primer oficial y/o el capitán del buque.

En el Key meeting se debe establecer los criterios y límites de las condiciones climatológicas a las que se debe de parar operaciones de descarga de buque. Una vez que se haya concluido la descarga se debe soplar y desconectar las mangueras.

- Velocidad de viento.
- Cuando haya descarga de productos inflamables con temperatura de inflamabilidad menor a 60°C, y haya tormenta eléctrica, la descarga debe suspenderse.
- Alta marea.
- Lluvia torrencial.

El supervisor de operaciones debe llenar el check list de seguridad Buque / Tierra de acuerdo con la 5ª edición de ISGOTT, el cual debe llenarse antes de iniciar la descarga y a media descarga realizar una segunda verificación.

El supervisor de operaciones debe dar al operador del muelle una copia del plan de descarga acordado con el buque.

Al inicio de la descarga del buque, se realizará una verificación del circuito de descarga, verificando que no hay fugas o goteos en juntas, conexiones, purgas, mangueras, boca hombre de tanques, y regístralo en el OPE-F-V15 y OPE-F-V16.

III.4.6.1.8 ACTIVIDADES DURANTE LA DESCARGA

El supervisor de operaciones debe asignar un operario fijo para el monitoreo del nivel en los tanques durante la recepción de producto, en caso necesario puede ser más de uno y mantener actualizado el OPE-F-V34, así también el operador en el muelle debe mantener actualizado el OPE-F-V27 reporte de presiones en buque.

Durante la descarga, se debe realizar una segunda verificación del circuito de descarga para detectar fugas o goteos en juntas, conexiones, purgas, mangueras, y boca hombre de tanques, esta se podrá realizar a la mitad de la descarga registrando en el OPE-F-V16.

Durante la descarga de buque, el operador de muelle y el operador asignado en la terminal se aseguran de que las válvulas tanto de muelle como las de micro dique o pie de tanque no sean cerradas de forma accidental.

Cuando el tanque que reciba el producto de descarga del buque tiene que ser llenado al nivel máximo de seguridad, se debe solicitar al oficial del buque que cuando se lleve el 90% de lleno, se tiene que reducir el flujo de bombeo al mínimo o un Kg/cm² máximo de presión (hacerlo durante la reunión de planeación de descarga), en el caso de productos químicos flamables se deberá aplicar lo referente a la OPE-D-V02.

Durante el llenado de tanques con inflamables no introducir objetos metálicos al tanque, por riesgo de explosión por electricidad estática.

Para el diésel se debe iniciar la descarga con una velocidad lineal de 1 m/seg, hasta que se llene un diámetro de la tubería de descarga en el interior del tanque, después se incrementar hasta un máximo de 7 m/seg, la presión en el manifold del muelle no debe exceder los 7 Kg/cm², lo anterior debe quedar registrado en el OPE-F-V20 (Key meeting) en la parte de flujo inicial y flujo máximo.

Tomando en cuenta las consideraciones operativas de los párrafos anteriores, podemos recapitular que, una vez que se ha conectado el buque a las líneas de descarga, se alinean las válvulas y se procede al llenado de los tanques. La alineación de las válvulas es específica para cada tipo producto.

En el caso de la gasolina el trayecto inicia en el colector, continúa por una tubería de 16" hasta el arreglo de válvulas, que se encuentra junto al dique 100, donde se localizan las válvulas para el llenado o descarga de los tanques de gasolina.

Para el caso del Diésel el trayecto inicia en cabezal, continua por una tubería de 12" hasta el cabezal, junto al dique 101, donde se localizan las válvulas para el llenado o descarga de los tanques de diésel.

Para el llenado de auto tanques, se alinean las válvulas seleccionando el tanque que va a ser vaciado. (Este proceso fue autorizado en la etapa I).

III.4.6.2 CARGA DE AUTO TANQUES

III.4.6.2.1 CONDICIONES DE SEGURIDAD DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS

Una parte fundamental en la carga de auto tanque es la seguridad para todos en la terminal. Esto incluye que debemos asegurarnos de que las personas que ingresan a la terminal operando los auto tanque y que los auto tanque cumplan con los requerimientos y estándares de seguridad de Vopak.

ES DEBER DEL PERSONAL DE VOPAK QUE VAYA A CARGAR PRODUCTO EN UN AUTO TANQUE:

Notificar al Supervisor en turno o al Departamento de SHE en caso de que note alguna irregularidad en las condiciones de seguridad del auto tanque, o que considere que el operador del auto tanque no se encuentra totalmente adiestrado, calificado y médicamente apto para conducir y operar el vehículo.

Asegurarse que el operador del auto tanque cuente con los documentos de carga y de operación del vehículo vigentes y en orden.

Informar al conductor de los riesgos que existen durante la carga e invitarlo a seguir las condiciones de seguridad y estándares de calidad de la terminal.

Asegurar que la unidad venga con carta de limpieza o que su carga previa haya sido el mismo producto a cargar (Con copia de bitácora de la unidad).

Interrumpir o cancelar la carga si existe alguna situación irregular que ponga en riesgo la terminal, del conductor, del operador de la terminal o de alguna otra persona. Esto incluye una actitud agresiva o negligencia de cualquier tipo por parte del operador del auto tanque.

Una vez que el auto tanque haya sido posicionado en su isla de carga y el motor apagado, solicitar al operador del auto tanque que se retire al área de espera, sólo podrá encender el motor de su auto tanque hasta que el Operador de Vopak se lo indique. No efectuar la carga de auto tanque si la velocidad del viento es mayor o igual a 50 Km/hr.

No efectuar o suspender la carga de auto tanque, si hay tormenta eléctrica.

III.4.6.3 BASES DE DISEÑO

Los tanques de almacenamiento a utilizar para el almacenamiento de gasolinas y diésel deberán cumplir con el Standard API 650 12ª ed., Welded Steel Storage Tanks for Oil Storage, el cual es aplicable específicamente a equipos como los que se utilizarán para almacenar diésel y gasolinas, para lo cual antes de uso se deberá presentar la certificación de que los tanques cumplen con el Standard API 650 12ª ed., Welded Steel Storage Tanks for Oil Storage.

De igual forma para los tanques para el almacenamiento de diésel, les es aplicable la NOM-006-ASEA-2017, y cumplen con lo que establece que:

Los tanques de Almacenamiento de Diésel y Turbosina, deben tener techo fijo.

Las instalaciones de Almacenamiento de Petrolíferos, Aditivos y Biocombustibles, deben estar constituidas por zona de tanques de Almacenamiento, áreas de Recepción y Entrega

La instalación cumple con la configuración que debe tener una Terminal para el almacenamiento de petrolíferos, conforme a la NOM-006-ASEA-2017.

En la siguiente figura se presenta la configuración especificada por la norma citada para este tipo de instalaciones.

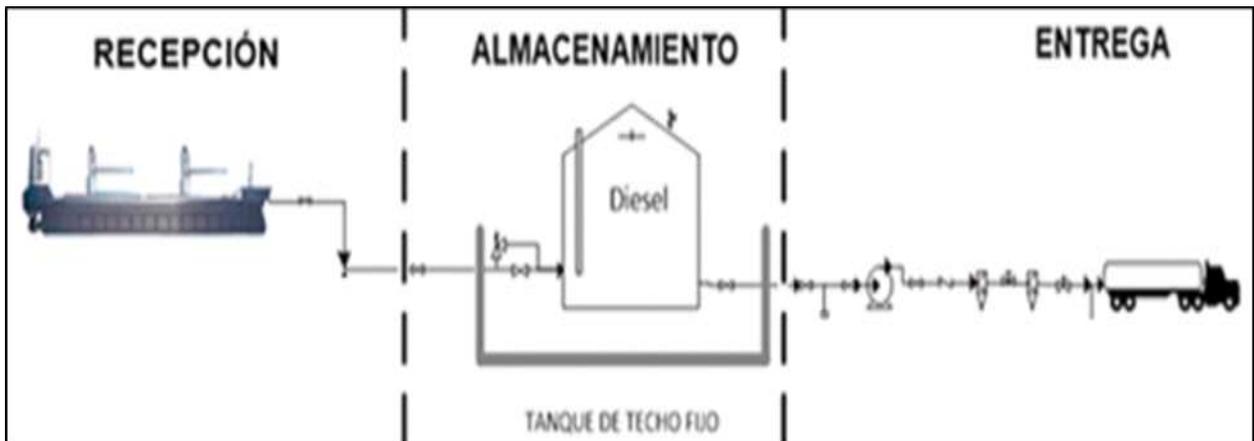


Figura 7 Almacenamiento, Recepción y Entrega de diésel dentro de la Terminal.

Para los tanques nuevos que se construirán para el almacenamiento de gasolinas, deberán cumplir con lo indicado en la NOM-006-ASEA-2017, que establece las configuraciones de las siguientes zonas:

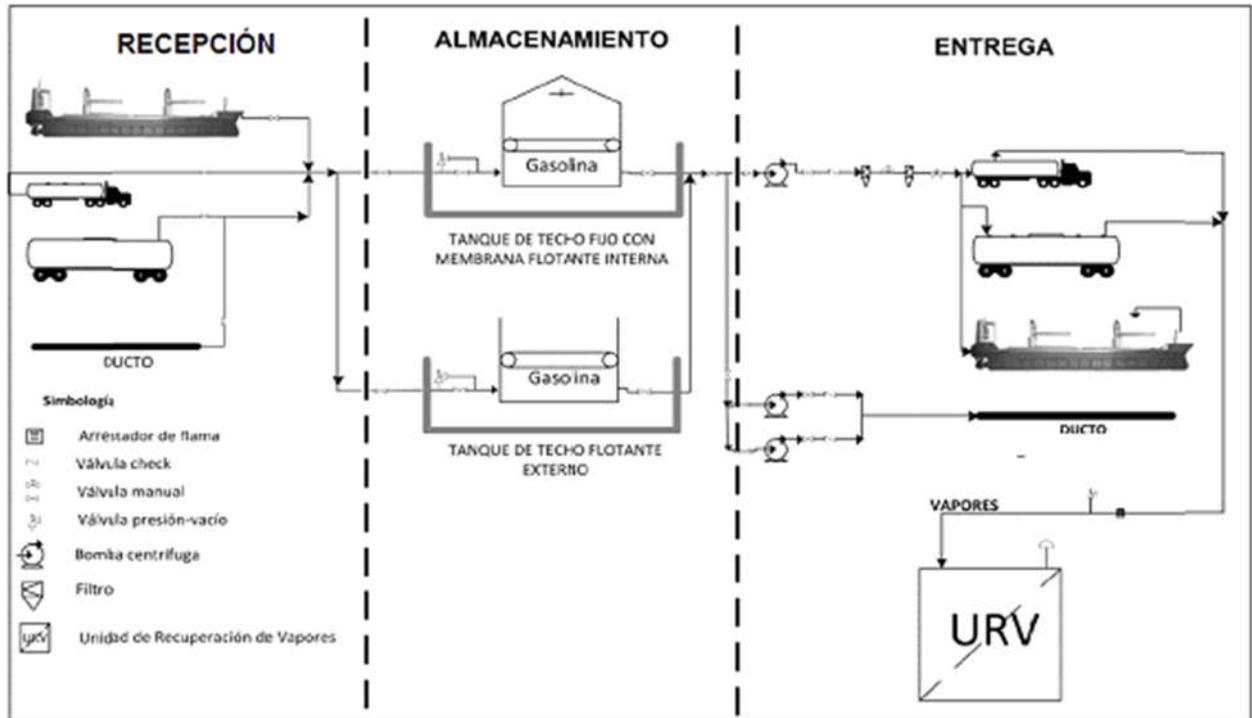


Figura 8 Almacenamiento, Recepción y Entrega de gasolina dentro de la Terminal.

III.4.6.3.1 PROYECTO MECÁNICO

Para los tres tanques para almacenamiento de diésel y los seis tanques de gasolina que se construirán se deberán presentar los informes de pruebas de integridad mecánica en donde se demuestre que cumpla con el estándar API 650 Ed. 2012.

El reporte de integridad mecánica deberá garantizar que los tanques no presenten disminución de espesores; cumpliendo con las disposiciones de la API 650, Ed. 2012. Finalmente, después de la inspección que en su momento se realice, se espera que se determine que la cúpula, envoltorio y el fondo del tanque son aceptables para operar.

III.4.6.3.2 PROYECTO ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

Para las nuevas instalaciones eléctricas y electrónicas se realizará la verificación del cumplimiento con la NOM-001-SEDE-2015 a través de una Unidad de Verificación acreditada por la Entidad Mexicana de Acreditación.

Respecto de las instalaciones adyacentes, existentes, en operación y con autorizaciones por parte de la ASEA, se cuenta con informe de pruebas realizado por el laboratorio acreditado VPR Núm. De Acreditación por EMA: AL-0520-040/13, mediante el cual se evaluó la resistencia eléctrica del sistema de red de puesta a tierras y el sistema de protección contra descargas eléctricas atmosféricas (pararrayos) dentro del cual se establece que estos se encuentran dentro de los niveles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2015; de igual forma se reporta la existencia de continuidad eléctrica de los puntos de conexión a tierra de los equipos que puedan generar o almacenar (fuentes generadoras) electricidad estática.

Asimismo, se manifiesta que se cuenta con un Proyecto general de distribución eléctrica y la determinación de las zonas de riesgo eléctrico perimetrales a las asociadas a la ampliación y adecuación del Proyecto (Anexo 8 - Reportes de laboratorio acreditado, medición de tierras físicas. Proyecto general de distribución eléctrica y determinación de zonas de riesgo eléctrico).

III.4.6.4 PROYECTO SISTEMA CONTRA INCENDIO

Para las nuevas instalaciones del sistema contra incendio electrónicas se realizará la verificación del cumplimiento con la NOM-002-STPS-2010, ya que las instalaciones existentes y en operación de Vopak actualmente cumplen con los requerimientos de prevención, protección y combate de incendios establecidos por la NOM-002-STPS-2010 como se acredita mediante el dictamen de cumplimiento No. 0616590001 de fecha 4 de julio de 2016, emitido por la Unidad de Verificación Control de Presurizados S.A. de C.V con número de acreditación ante la EMA; UVSTPS115 (Anexo 9 Dictamen de cumplimiento para la NOM-002-STPS-2010).

Mediante el dictamen citado, la empresa acredita el cumplimiento con las especificaciones establecidas en la Norma para:

- Determinación del riesgo de incendio.
- Disposición de sistemas fijos contra incendio.

- Instrucciones de seguridad para prevención de incendio.
- Programas de mantenimiento de instalaciones y equipos contra incendio.
- Programas de mantenimiento de instalaciones eléctricas.
- Procedimientos de respuesta a emergencias.
- Capacitación y adiestramiento de brigadas de respuesta a emergencia.
- Disponibilidad y funcionamiento del equipo de prevención y combate de incendio para las brigadas.
- Planeación y ejecución de simulacros.

En este sentido, el diseño de la red del sistema fijo contra incendio para la etapa II, está considerada para contar con una presión superior a 7 Kg/cm² en el punto más alejado de la red, dando cumplimiento con la Guía de referencia V.1 inciso j de la NOM-002-STPS-2010, así como al Estándar de Vopak "Fire Protection and Control".

En cuanto a los requerimientos de agua contra incendio, las pretendidas nuevas instalaciones se sujetarán a los criterios de la norma NFPA 15 "Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection", NFPA 30 "Flammable and combustible liquids".

Todos los tanques de esta fase 2 en los cuales se pretende el almacenamiento de diésel y gasolinas, contarán con protección adicional al sistema de enfriamiento por rocío de agua, consistente en una red fija con hidrantes y monitores, cuyos radios de protección se observan a detalle en los planos (Anexo 10 - Planos del sistema contra incendio).

Para el abastecimiento de agua se cuenta con los siguientes equipos, los cuales cuentan con la capacidad necesaria para un evento mayor y disponibilidad de agua de mar.

- Bomba marca ITT industries, Gasto 2500 GPM @ 186 PSI de 3 etapas, 1770 RPM; Cabezal engranado, Marca Randolph Gear Inc Modelo: 6400; Motor Marca Cummins Modelo CFP11E QSM11, 6 cilindros.

- Bomba marca Nassa-Johnston, Gasto 525 m³/hr, 8.75 m³/min. 1770 RPM, 79% Eficiencia, BHP: 260.4 HP; Cabezal engranado: Marca DeRan, modelo G-350A Motor: Marca Cummins, Modelo NT-855-F4, 6 cilindros, 340 HP.
- Bomba: Desplazamiento positivo marca Edwards, 2" x 2", Modelo 150, 1200/2000 RPM, 200 PSI, 200 °F; Motor eléctrico, 440V, 40 HP, 3 F, 4 polos, 1750 RPM.
- Bomba: Desplazamiento positivo marca Edwards, 2" x 2", Modelo 150-338 SDF, 1200/2000 RPM, 200 PSI, 200 °F; Motor Clarke Fire, Modelo JU4RUF AEE7, Controlador eléctrico Marca: Firetrol, Modelo FT1100JL12N-F-CH-LK-EMI-N31S-X.
- Bomba Jockey, Marca G&L Pumps, Model SSV, 2" x 2", Máxima presión 9Kg/cm², 7.5Hp, 5 etapas, 60 Hz, 3F, 3450 RMP.

III.4.6.4.1 SISTEMA DE ALARMA PARA EMERGENCIAS.

Actualmente, se cuenta con los siguientes sistemas de alarmas instalados en diferentes puntos de la Terminal:

Tabla 4 Sistema de alarmas

Identificación
Botón de Emergencia en Edificio B
Botón de Emergencia en Báscula 1
Botón de Emergencia en Casa de Bomba Contra incendio
Botón de Emergencia en CCM 2
Botón de Emergencia en CCM 3
Botón de Emergencia en Dique 3
Botón de Emergencia en Dique 5 Sur
Botón de Emergencia en Dique 101
Sirena de Emergencia en Cabina de Operador Vopak 2

Identificación
Sirena de Emergencia en CCM 2
Sirena de Emergencia en Dique 3 Sur
Sirena de Emergencia en Bascula #2

Adicional a lo anterior, se cuenta con los siguientes sistemas y dispositivos:

- Sistema contra incendio.
- Equipos para la detección de atmósferas peligrosas, particularmente grado de explosividad.

III.5 CARACTERÍSTICAS DEL RÉGIMEN OPERATIVO DE LA INSTALACIÓN (CONTINUO O POR LOTES)

El régimen operativo es por lotes, los buques tanques arriban de forma programada al muelle, descargan el producto y posteriormente abandonan la instalación.

La carga de auto tanque será de igual forma un proceso por lotes, conforme a programación del departamento de logística.

III.6 PROGRAMA DE TRABAJO

El Proyecto se contempla distintas actividades durante sus diferentes etapas de desarrollo, por lo que las etapas que conformarán al desarrollo del Proyecto son:

- Preparación del sitio (PS),
- Construcción (CO),
- Operación y Mantenimiento (OM), y
- Abandono del Sitio (AS). Debe indicarse que no se considera esta etapa. Se prevé que una vez que se cumpla con el plazo de la vida útil del Proyecto (30 años), se realizará la verificación de las instalaciones para ampliar la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto.

Antes de iniciar las actividades de la etapa de PS se gestionarán las autorizaciones correspondientes, tales como licencias, autorizaciones, licitaciones, por mencionar algunos.

Las actividades que se implementarán en cada una de las etapas que comprende el desarrollo del Proyecto, así como el tiempo que comprenderá cada una, se presentan en la Tabla 5 Para las etapas de Preparación del Sitio y Construcción se considera un tiempo de 18 meses, mientras que para la Operación y Mantenimiento se estima una vida útil de 30 años. La etapa de Abandono del Sitio no se tiene prevista.

Tabla 5 Programa general de trabajo

	Actividades	Año 1											Año 2							
		Meses																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	Duración del Proyecto	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
1	Tanques nuevos	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
1.1	Tanques y diques (Trabajo Mecánico)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	Interconexiones para la construcción de los tanques dique 101.	■	■																	
	Interconexiones para la construcción de los tanques dique 100			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
	Pruebas														■	■				
2	Trabajo Civil	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
2.1	Requerimientos generales	■	■	■	■	■	■													
	Construcción de casa de bombas	■	■	■	■															
	Trabajo civil de bombas en dique 101	■	■																	
	Trabajo eléctrico (incluye instalación de equipos eléctricos, cableado etc.)	■	■	■	■	■	■													



	Actividades	Año 1												Año 2						
		Meses																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Instalación de tuberías																			
2.2	Tanques y diques																			
	Trabajo civil																			
	Trabajo mecánico (incluye interconexiones de bombas de gasolina)																			
	Tuberías (modificaciones en diques 100 y B)																			
2.3	Bombas y colectores																			
	Trabajo mecánico (pruebas pre operacionales)																			
	Gasolina																			
	Diésel																			
	Tuberías (sistema de bombas para tanques nuevos y bahías de carga de auto tanques)																			
2.4	Tuberías de importación y exportación.																			
	Extensión de líneas a dique nuevo																			
2.5	Servicios y sistema contra incendios																			



Actividades	Año 1												Año 2						
	Meses																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Instalación de tuberías	■	■	■	■	■	■													
Automatización del sistema de control														■	■	■	■	■	
Operación y mantenimiento	30 años e iniciaría una vez concluida la construcción del Proyecto.																		
Abandono del sitio	No se tiene prevista																		

III.7 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN

Todas las actividades de la fase 2 del Proyecto, se realizarán en apego a los requerimientos específicos de la política y lineamientos establecidos en la legislación nacional y en VOPAK, S.A. de C.V., asimismo cumplirán con todos los términos y condicionantes que establezca la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

III.7.1 INSPECCIÓN DE EQUIPOS PRINCIPALES

El personal de VOPAK MEXICO S.A. DE C.V., llevará a cabo inspecciones periódicas a los equipos principales, sistemas, y accesorios, las pruebas de inspección que se realizan son no destructivas y efectúa pruebas operacionales aplicadas a los siguientes elementos del sistema:

- Tanques de almacenamiento.
- Tuberías.

III.7.2 HOJA DE SEGURIDAD

Las sustancias que se manejarán en el Proyecto se describen a continuación, indicando los grados de riesgo determinados en la norma NOM-018-STPS-2000.

Tabla 6 Listado de materiales y sustancias peligrosas

Nombre comercial y químico más común	NUMERO CAS	Uso	Identificación de los riesgos ¹	Características de riesgos (clasificación conforme al rombo de identificación de riesgos) ¹				Cantidad de reporte
				S	I	R	E	
Diésel	68334-30-5	Material sujeto de almacenamiento	Peligroso	0	2	0		N.R.

Nombre comercial y químico más común	NUMERO CAS	Uso	Identificación de los riesgos ¹	Características de riesgos (clasificación conforme al rombo de identificación de riesgos) ¹				Cantidad de reporte
				S	I	R	E	
Gasolina	8006-61-9	Material sujeto de almacenamiento	Peligroso	1	3	0		A partir de 10,000 barriles, aplicable únicamente a actividades industriales y comerciales.

Las hojas de seguridad pueden variar en la determinación del grado de riesgo, particularmente para el tema de riesgos a la salud, esto depende de la clasificación que los clientes otorgan al producto sujeto de almacenamiento, las de interés de este proyecto se encuentran en el Anexo 11.

III.7.3 EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES

El almacenamiento de combustibles dentro de la Terminal requiere básicamente de tanques, bombas y tuberías, incluyendo la instrumentación descrita en apartados anteriores, a continuación se presenta las características de dichos equipos:

Tabla 7 Características de los equipos para almacenamiento

Identificación	Localización	Equipo	Altura	Diámetro	Volumen	Producto	Construcción
TK 101-1 al TK 101-3	Dique 101	Tanque techo fijo	23 m	21.4 m	8,270 m ³	Diésel	Acero al carbón
TK-100-1 al TK 100-6	Dique 100	Tanque techo Flotante	23 m	22.4 m	9,065m ³	Gasolina	Acero al carbón

Tabla 8 Características de los tanques y bombas para el almacenamiento del diésel y gasolina

Identificación	Localización	Equipo	Servicio	Fluido	Material	Potencia HP	Gasto m ³ /hr
PP-301-05 y 06	Dique 101	Bomba centrífuga	Llenaderas	Diésel	Hierro dúctil	82.4	340
PP-300-09	Dique 100	Bomba centrífuga	Drenaje	Aguas aceitosas			30
PP-300-02 a 06	Dique 100	Bomba centrífuga	Llenaderas	Gasolina	Hierro dúctil	54.7	340

Las bombas que se emplearán para el trasiego de productos desde los tanques de almacenamiento a las llenaderas de auto tanque son para áreas clasificadas y cuentan con protección por bajo flujo y alta temperatura además de estar enlazadas a los sistemas de paro de emergencias.

III.8 CONDICIONES DE OPERACIÓN

III.8.1 BALANCE DE MATERIA

El proceso de manejo de combustibles se realiza por un sistema cerrado, por lo que las entradas son relativamente equivalentes a las salidas, menos la merma por emisiones fugitivas y limpieza de tanques y líneas.

En función de que las actividades de almacenamiento no implican una transformación de materia, no se determina un balance al respecto.

III.8.2 TEMPERATURAS Y PRESIONES DE DISEÑO Y OPERACIÓN

Los tanques de almacenamiento se encuentran diseñados para operar a presión y temperatura atmosférica. Respecto al trasiego de combustibles se realiza a temperatura ambiente, las condiciones de manejo en las líneas son:

- Temperatura Atmosférica ≈ 25.4 °C
- Presión: 1-5 Kg/cm²

- Velocidad de descarga: 1 – 7 m/s
- Diámetro de tubería: 16, 12, 6, 4"
- Caudal: 125 m³/h (máx.)
- auto tanques:
- Temperatura: Atmosférica \approx 25.4 °C
- Presión Atmosférica: 1024.38 hPa
- Capacidad: Variable
- Tasa de llenado: 114 m³/h (máx.).

III.8.3 ESTADO FÍSICO DE LAS DIVERSAS CORRIENTES DEL PROCESO

Los combustibles se manejan en forma líquida en todas las etapas del proceso.

III.8.4 DIAGRAMA DE TUBERÍAS E INSTRUMENTACIÓN (DTI'S) CON BASE EN LA INGENIERÍA DE DETALLE Y CON LA SIMBOLOGÍA CORRESPONDIENTE

INFORMACION CLASIFICADA COMO CONFIDENCIAL.

A continuación se presentan los diagramas de tubería e instrumentación con base en ingeniería básica extendida y con las simbologías correspondientes (Anexo 12 - Diagrama de tuberías e instrumentación (DTI's))

III.9 RESIDUOS, DESCARGAS Y EMISIONES GENERADAS DURANTE LA OPERACIÓN DEL PROCESO

III.9.1 RESIDUOS PELIGROSOS

En términos ambientales la generación, descarga y emisión de contaminantes asociada al proceso será la siguiente:

Tabla 9 Tipo de residuos peligrosos generados

Tipo de residuo.	Característica CRETIB.
Lodos de tanque de Diésel y Gasolinas.	T

Tipo de residuo.	Característica CRETIB.
Material impregnado con hidrocarburos. Derivado de las actividades de mantenimiento.	T, I
Aceites lubricantes usados. Derivado del mantenimiento de equipos de combustión.	T, I

T: Tóxico; I: Inflamable, BI: Biológico Infeccioso.

De acuerdo con las autorizaciones requeridas para la operación del Proyecto, se debe mantener e incrementar el registro como generador de residuos, así como los manifiestos de entrega, transporte y recepción de los volúmenes generados.

III.9.2 RESIDUOS NO PELIGROSOS (residuos de manejo especial)

Para el manejo de los residuos no peligrosos, las instalaciones sujetas del Proyecto deberán ser incluidas dentro del plan de manejo de residuos de manejo especial, consistentes en la separación, almacenamiento y acopio; posteriormente a través de una empresa contratada para tratar y disponer los residuos generados.

III.9.3 AGUAS RESIDUALES

Las instalaciones objeto del Proyecto, generarán aguas residuales de proceso generadas por la purga en los tanques de almacenamiento de combustibles, el tratamiento de estas aguas se realizará de la siguiente forma:

El agua residual proveniente del proceso, constituida por aguas aceitosas y sedimentos de sólidos de petrolíferos, será objeto de tratamiento a través de un tercero en las propias instalaciones de ese, lo anterior motivado en el hecho de que en el predio no hay las condiciones ni la autorización correspondiente por parte de la Administración Portuaria Integral para llevar a cabo el tratamiento de estos, además de corresponder a la filosofía de Vopak. Al respecto se establece que Vopak, convocará a terceros autorizados para llevar a cabo el tratamiento de las aguas residuales de proceso con las siguientes condiciones:

El tercero responsable del tratamiento se hará cargo del agua residual de proceso. Acreditando el cumplimiento de la descarga tratada a través del cumplimiento de los parámetros analíticos en los periodos y concentraciones señalados en la normatividad correspondiente.

Acreditando la adecuada disposición de los residuos peligrosos generados por el tratamiento, a través del registro como generador y de los manifiestos de entrega transporte recepción por los residuos peligrosos que se generen del tratamiento en los periodos que establezca la normatividad correspondiente y en los volúmenes que se determinen para el tratamiento.

Por su parte, Vopak establecerá un procedimiento en donde se determine los periodos y volúmenes asociados a la descarga de aguas residuales de proceso de acuerdo con las siguientes especificaciones:

El control del agua en los fondos de los tanques de combustible es determinante para garantizar la calidad de los productos.

- ✓ Se establecerá los procedimientos de medición manual o con sensores automáticos de los tirantes de agua contenidos al interior y en el fondo de los tanques.
- ✓ Se deberá establecer espesor de tirante de agua en el cual se deberá de llevar a cabo la purga y disposición para tratamiento del agua de proceso así como los sólidos sedimentados al interior del tanque, la descarga y los residuos deberán de ser sujetas a tratamiento y disposición, para el desarrollo de esta operación, se deberá establecer el procedimiento asociado a la determinación del riesgo durante el desarrollo.

III.9.4 EMISIONES A LA ATMÓSFERA

El proceso de trasiego de combustibles generará emisiones a la atmósfera conducidas a través de tuberías hacia el sistema de recuperación de vapores aprobado en la fase 1.

Por la operación de los motogeneradores para la operación del sistema contra incendio.

III.9.5 FACTIBILIDAD DE RECICLAJE, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN

Se plantea que los residuos derivados del proceso de manejo de combustibles se envíen a través de un proveedor autorizado por la ASEA para su reciclaje como combustible alterno.

IV DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

DOMICILIO DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

IV.1 DESCRIPCIÓN

El Recinto portuario del puerto de Veracruz, se ubica en un área de frontera Tierra-Mar, en su porción terrestre se localiza la Ciudad de Veracruz, por lo que se trata de un área completamente urbanizada. En cuanto a la colindante área marina, ésta se incluye dentro del Área Natural Protegida (ANP) Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV), sin embargo, se trata de un área que ha sido perturbada por el creciente desarrollo portuario,

particularmente por la instalación del Recinto portuario, el cual se construyó sobre terrenos ganados al mar que fueron delimitados por diversas obras de ingeniería, particularmente el dique de rompeolas Norte en 1882, la unión del Islote de San Juan de Ulúa (en donde se encuentra el Fuerte del mismo nombre). De lo anterior se observa que la Terminal se ubica dentro de una zona industrial (el Recinto portuario de Veracruz) por lo que no presenta elementos bióticos naturales.

En cuanto a las áreas circundantes, se observa que el área terrestre consiste en una zona urbana sin presencia de vegetación natural, mientras que el área marina se trata de una zona de constante tránsito marítimo de gran calado, principalmente de carga comercial e hidrocarburos, por lo que las áreas aledañas han perdido también sus condiciones naturales.

Con base en la serie VI de INEGI, el área en donde se ubica la Terminal presenta vegetación secundaria de duna costera; sin embargo y como se aprecia en la imagen satelital, el Recinto portuario del puerto de Veracruz es un área totalmente urbanizada - industrial cuya vegetación es de exclusivamente de ornato, y carece completamente de vegetación natural.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

En la Tabla 10 y Figura 11 se presentan las instalaciones más cercanas a la Terminal en sus colindancias norte, sur este y oeste, así como las actividades realizadas por dichas empresas.

Tabla 10 Empresas colindantes al predio del proyecto

Nombre de la Instalación	Descripción	Distancia respecto a la Instalación (m)
Incinerador API, fuera de servicio	Son las instalaciones en desuso del incinerador de residuos de la API, actualmente el sitio se encuentra prácticamente abandonado. En el área se encuentra el edificio del incinerador y almacenes	0 m. Colindancia
Muelle de CEMEX	Alineados con la avenida se encuentran los silos para recibir la materia prima.	30 m. del otro lado de la avenida

Nombre de la Instalación	Descripción	Distancia respecto a la Instalación (m)
Excellence Sea & Land Logistics	Servicios de almacenaje, manejo y custodia de líquidos a granel. Cuenta con 18 tanques atmosféricos con una capacidad total de 50, 200 m ³	0 m. Colindancia.
Camino escénico a San Juan de Ulúa	Es el límite exterior de la API, detrás de la barda se encuentra la viabilidad pública.	0 m. Colindancia.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



Figura 11 Colindancias con el predio del proyecto

En la **iError! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran las instalaciones más cercanas a la Terminal, se indican además los distanciamientos de estas instalaciones con respecto a los tanques de Vopak.

Respecto a los sitios de interés cercanos a la instalación fuera del recinto portuario, estos corresponden a sitios de concentración de población relacionados principalmente con

actividades turísticas del Municipio de Veracruz. Estos sitios se encuentran fuera de los radios probables de afectación en caso de incidentes derivados del manejo de combustibles en el proceso analizado.

El uso del suelo en todo el recinto portuario > 500 metros a la redonda de la Terminal, corresponde a uso para actividades portuarias. En dicho recinto no existen asentamientos humanos, la población que se observa en el puerto, corresponde al personal de las empresas cesionarias y de la Administración Portuaria integral que desarrollan sus actividades.

En todos los casos, las actividades desarrolladas en un radio de 500 m a la redonda corresponden a almacenamiento de productos para exportación o importación.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

Figura 12 Instalaciones de Vopak

IV.1.1 VEGETACIÓN

La vegetación observada en dentro de la APIVER consiste en vegetación de ornato que ha sido inducida por el crecimiento urbano (vegetación de parques urbanos). El paisaje de la zona no cuenta con elementos bióticos naturales. En cuanto a las áreas circundantes estas consisten en zonas urbanas sin presencia de vegetación natural, mientras que el área marina se trata de una zona de constante transito marítimo de gran calado, principalmente

de carga comercial, por lo que las áreas aledañas al predio del proyecto han perdido también sus características naturales.

De manera general, la vegetación terrestre predominante en el Municipio de Veracruz son los bosques húmedos de montaña y los bosques de coníferas y encinos, así como selvas húmedas, secas y pastizales.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

En relación a la vegetación presente en el Recinto Portuario, consiste en vegetación de ornato que ha sido inducida por el crecimiento urbano, y consiste principalmente de especies como el cocotero (*Cocos nucifera*), pino de mar (*Casuarina equisetifolia*), amate (*Ficus sp.*), palo mulato (*Bursera simaruba*) y framboyán (*Delonix regia*), entre otros. Además de presencia de vegetación de ornato en las jardineras dentro de las instalaciones de los concesionarios de la APIVER, así como en camellones, vialidades internas y algunas áreas deportivas, individuos dispersos de palmeras de coco (*Cocos nucifera*), palmeras

kerpis (*Adonidia merrillii*), pasto americano del grupo de las gramíneas e Ixora enana roja (*Ixora coccinea*).



Fotos 1 Ejemplar de palmera de coco y del pasto americano, en el AI y fuera del SP



Fotos 2 Ejemplar de palmera de coco, en el AI y fuera del SP



Fotos 3 Área verde con individuos de *Ixora enana roja* y del pasto americano en el AI y fuera del SP



Fotos 4 Ejemplar de Palma kerpis ubicado fuera de las instalaciones de la empresa VOPAK. Específicamente en las áreas en donde se instalará la infraestructura nueva no se observó presencia de vegetación alguna, como se observa en las siguientes fotos.



Fotos 5 Área en donde se pretenden construir las llenaderas (bombas de llenado de pipas) y los nuevos tanques de gasolina.



Fotos 6 Área en donde se contempla construir las nuevas "llenadera"

IV.1.2 FAUNA

Al igual que el caso de la Flora, no existe fauna silvestre toda vez que el Recinto portuario del puerto de Veracruz es una zona industrial en operación las 24 horas, los 365 días del

año, por lo que el ruido, las luces permanentes y el movimiento de personas, maquinaria, equipo, embarcaciones y buques, ahuyentan a la fauna silvestre y el ingreso y estancia de la fauna doméstica en las instalaciones de la APIVER está prohibido.

El único grupo de fauna presente en la zona son aves de especies típicas de zonas urbanas como palomas común (*Columba livia*), paloma anillo de cuello (*capicola streptopelia*), así como zanates (*Quiscalus mexicanus*), como se observa en las siguientes fotos.



Fotos 7 Individuos de Zanates observados en la Terminal.



Fotos 8 Ejemplares de Zanates y palomas comunes, observados en el APIVER

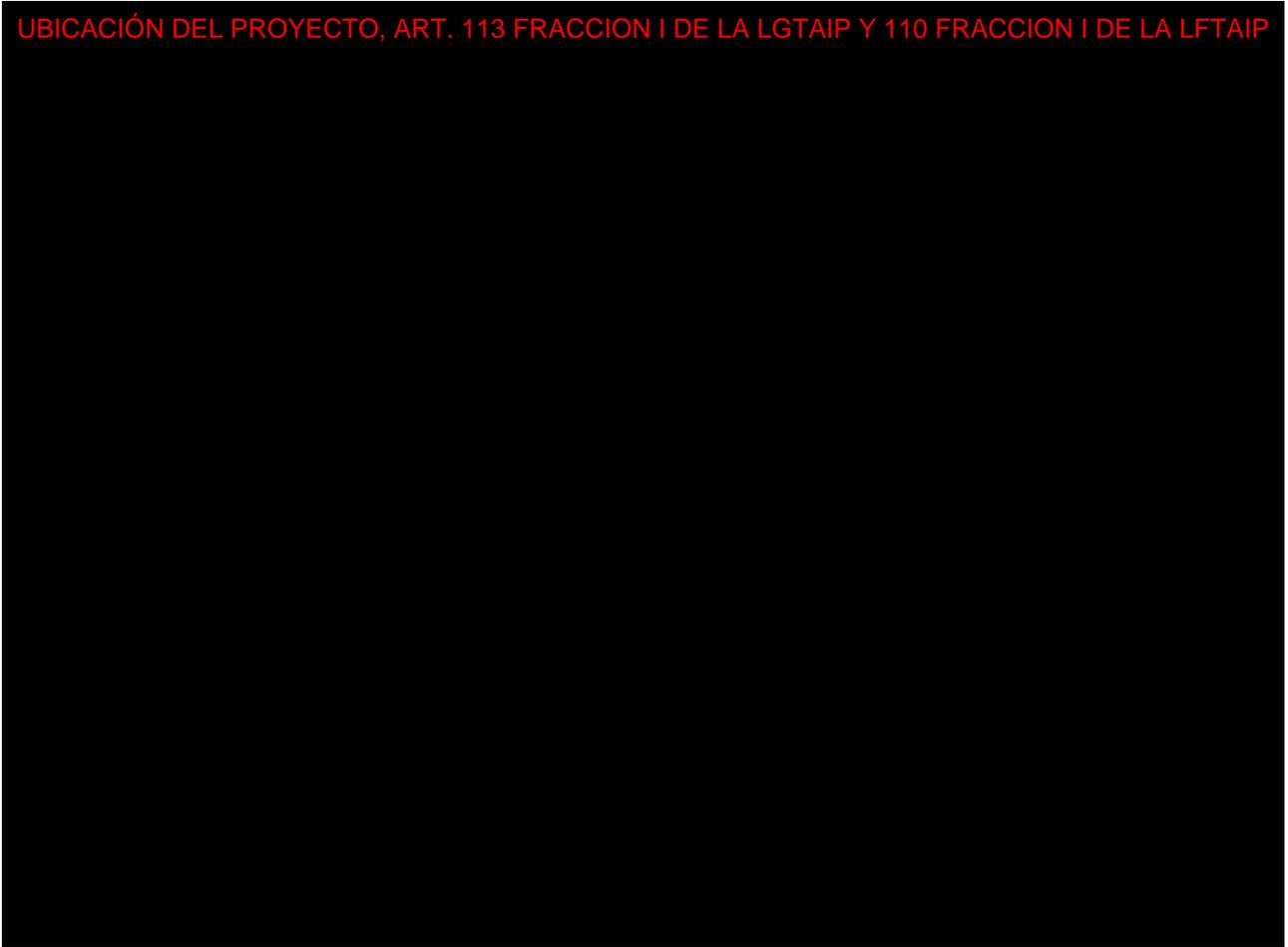
IV.1.3 EDAFOLOGÍA

La región presenta un tipo de suelo Arenosol calcárico, Tecnosol que corresponde a la zona urbana) y la vecina área marina. El tipo de suelo Arenosol calcárico [Q o AR(ca)] se caracteriza por ser de textura gruesa, con más del 65% de arena al menos en el primer metro de profundidad. Estos suelos tienen una alta permeabilidad, pero muy baja capacidad para retener agua y almacenar nutrientes. Es un grupo de suelos formados por texturas que van de arena franco a más gruesas y tienen menos de 35% de fragmentos de roca u otros fragmentos gruesos dentro de los 100 cm de profundidad desde la superficie. Característico en desiertos, dunas, playas y áreas muy intemperizadas de los antiguos cratones, generalmente bajo clima tropical húmedo o seco.

Son suelos profundamente lixiviados y descalcificados con una baja capacidad para retener bases. Sus horizontes A son someros que no retienen materia orgánica. Mientras que el horizonte calcárico abarca entre 20 y 50 cm desde la superficie. Su susceptibilidad a la

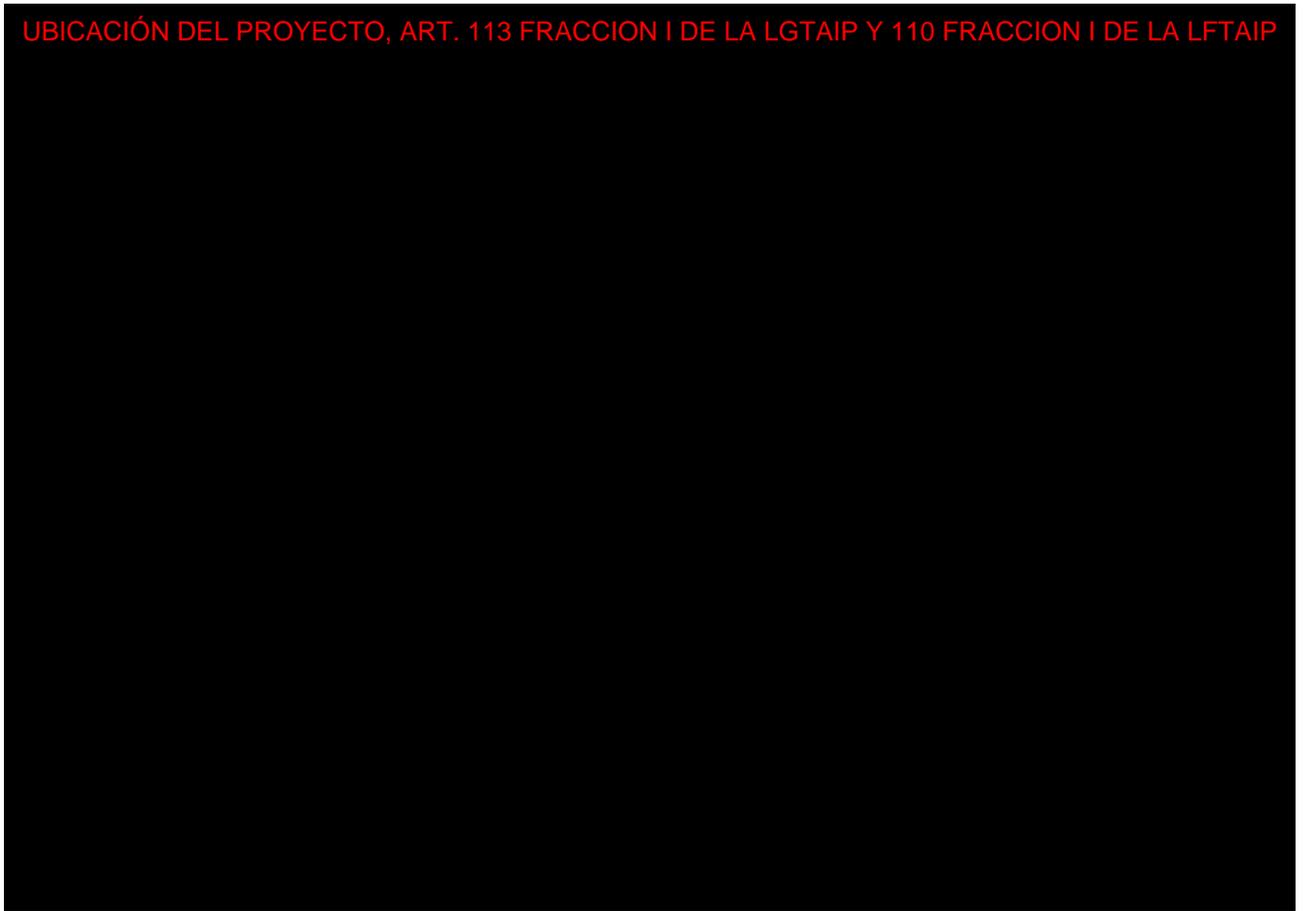
erosión va de moderada a alta en función de la cobertura vegetal, si la pierden se erosionan fácilmente.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP



IV.1.4 HIDROLOGÍA

La terminal portuaria se ubican dentro de la Región Hidrológica #28 denominada "Papaloapan", la cual cuenta con una extensión de 28,636 km², que abarca el 41.11% del territorio estatal de Veracruz, dentro de la Cuenca "Rio Jamapa y Otros" (con extensión de 3,912 km²), dentro de la Subcuenca "Río San Francisco-Puerto de Veracruz" (con una extensión de 650 km²) y específicamente dentro de la Microcuenca Veracruz , la cual cuenta con una extensión de 55.6 km², como se observa en la siguiente figura.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**Figura 15** Cuencas y microcuencas.

El cauce más cercano es el río Jamapa, ubicado a 10 km al sur del sitio del proyecto, donde desemboca al Golfo de México. Este río se forma de dos corrientes principales, el río Jamapa y su afluente principal, el río Cotaxtla. Otras corrientes de menor importancia están constituidas por arroyos permanentes, como el arroyo Moreno o Puente Moreno, a sólo 4.5 km al Sureste del Proyecto, y algunos arroyos estacionales menores como el Río Medio, que se origina aproximadamente 8.5 km al Oeste-Noroeste de la Playa Martí, el Río Grande, que nace aproximadamente a 9.5 km del mismo en igual dirección que el anterior, y los ríos San Juan y Los Limones, que nacen aproximadamente a 21.5 y 24.0 km al Oeste-noroeste del SP respectivamente.

De lo antes expuesto y como se puede apreciar no existen cuerpos de agua dulce en un radio de 500 m de la instalación.

IV.1.5 DENSIDAD DEMOGRÁFICA EN EL SITIO

Dentro del recinto portuario no existen zonas habitacionales, por su parte se incluye dentro de zona urbana del municipio de Veracruz; sin embargo, al interior del Recinto portuario no existe ningún núcleo poblacional ni asentamiento humano, respecto al personal que desarrolla sus actividades dentro de la Terminal, este puede fluctuar en un máximo de 100 empleados, en tanto que la población flotante varía en función de las actividades desarrolladas por contratistas o clientes (choferes de auto tanque, por tal motivo la información que a continuación se expone correspondiente al municipio de Veracruz ya que es esta área poblacional es la que podría tener alguna repercusión por el desarrollo del Proyecto.

La población total del municipio de Veracruz es de 609,964 personas, lo que representa el 7.51% de la población total del estado de Veracruz (8,112,605 habitantes). La distribución poblacional municipal es de 290,148 hombres y 319,816 son mujeres. La densidad poblacional municipal es de 2,468.3 hab/km². ¹

En el municipio de Veracruz donde queda inserto el SA, AI y SP, el total de nacimientos fue de 9,332 de los cuales 4,692 fueron hombres y 4,640 mujeres, lo que indica un equilibrio poblacional de nacimiento según sexo. La estructura de la población, por grupos de edad en el municipio indica que la población dominante es joven con una edad en el rango de 15-29 años, la distribución de la población, por grupo de edad, se muestra a continuación.

La distribución de la población se presenta de manera similar en los estratos de 0-14, 15-29, 30-44 y 45-64 años de edad, con porcentajes que van desde 21% hasta 25%. Un cuarto del total de la población es joven, ubicándose entre los 15-29 años. El 69% de la población, que va desde los 15 a los 64 años, son personas que se encuentran en edad productiva.

¹ INEGI. Resultados tabulados de la Encuesta Intercensal del INEGI, 2015. URL: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=30#>

IV.1.6 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1973) y como se observa en Figura 16, el tipo de clima para la zona es de tipo Aw2, este tipo climático abarca una gran parte del estado de Veracruz y su litoral costero ya que se encuentra acotado en relación a los “Nortes” invernales y al efecto de barrera climática que la Sierra Madre Oriental forma al penetrar prácticamente hasta la costa del Golfo de México.

Esta zona climática presenta un régimen térmico caluroso con fluctuaciones de temperatura entre 28°C en verano y 22°C en invierno, y una media anual de 25.4°C; por lo que se define como un clima extremoso que presenta un periodo de lluvias desde mayo hasta octubre con una precipitación media anual de 1,710 mm y una humedad relativa alta cuyo promedio anual es de 79%. De acuerdo con el climograma del puerto de Veracruz donde se ubica el SA, AI y SP, la temporada de lluvias se concentra de junio a octubre y la época de estiaje se extiende de noviembre a mayo.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

IV.1.7 SISMOLOGÍA.

En lo referente a la sismología del área el estado de Veracruz, particularmente donde se ubica el proyecto se caracteriza por una baja actividad sísmica. Para la región sólo se tienen reportes de dos sismos mayores a 7 grados en la escala de Richter, para el área del proyecto no existen registros de movimientos sísmicos, de acuerdo con los registros del Sistema Geológico Mexicano, desde 1999 a la fecha.

V INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN LOS PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

V.1 AUTORIZACIONES AMBIENTALES

VOPAK MEXICO S.A. DE C.V., cuenta con las siguientes autorizaciones relativas al proceso de almacenamiento de petrolíferos que se pretende realizar.

- Resolución de la Comisión Reguladora de Energía Núm. RES/979/2016 de fecha 17 de octubre del 2016, mediante la cual se otorga el permiso PL/19394/ALM/2016 para el almacenamiento de petrolíferos.
- Exención de autorización en materia de impacto ambiental emitido por la Dirección General de Gestión de Transporte y Almacenamiento de la ASEA, mediante Oficio ASEA/UGI/DGGTA/0308/2017 de fecha 13 de marzo de 2017
- Autorización vigente del Programa para la Prevención de Accidentes mediante oficio No. DGGIMAR.710/002804 de fecha 20 de marzo de 2015
- Oficio ASEA/UGI/DGGTA/1354/2016 de fecha 06 de diciembre de 2016 que a la letra dice: "...Que derivado del análisis de la información ingresada, debido a que se pretende almacenar diésel y biodiésel en tanques existentes, lo cual no requiere de la construcción de infraestructura adicional; y que se dicha sustancia no se encuentra señalada en el Primer y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de marzo de 1990 y 04 de mayo de 1992 respectivamente, que determina las actividades que deben considerarse como altamente riesgosas..."
- Certificado de Calidad Ambiental/Industria Limpia No. 1332 emitido por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, vigente a diciembre de 2018
- Registro del plan de manejo de residuos peligrosos emitido por la DGGIMAR No. 30-PMG-I-1-1850-2015

- Autorización ASEA/IGI/DGGTA/1323/2017 emitida por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Ambiente del Sector Hidrocarburos para el Proyecto denominado Terminal de Almacenamiento de Petrolíferos de Veracruz.
- Resolución de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos Unidad de Gestión Industrial mediante el Oficio ASEA/UGI/DGGTA/1323/2017 de fecha de 15 de agosto de 2017 mediante el cual se le otorgó la autorización ASEA-VOM1709 9C/CPO 11 para el recibo, almacenamiento y entrega de gasolinas, diésel y biodiésel.
- Autorización condicionada en materia de impacto ambiental para el Proyecto denominado "VERACRUZ CPP FASE 1" contenida en el oficio ASEA/UGI/DGGPI/0468/2018 de fecha 22 de marzo de 2018. (Anexo 13 - Autorizaciones con la que cuenta VOPAK MEXICO S.A. DE C.V., para la operación y mantenimiento del Proyecto).

Relación de Normas Oficiales Mexicanas de observancia para el desarrollo del Proyecto:

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

NOM-001-SEMARNAT-1996 Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM -052-SEMARNAT-2005.

NOM-085-SEMARNAT-2011 Fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento

indirecto por combustión, así como niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección ambiental-Salud ambiental Residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo.

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA)

NORMA Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-005-ASEA-2017, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los Planes de Manejo de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos. NORMA Oficial Mexicana NOM-006-ASEA-2017, Especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, pre-arranque, operación, mantenimiento, cierre y desmantelamiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos y petróleo, excepto para gas licuado de petróleo.

Normas (standards) de la American Petroleum Institute, API

650 Ed 12^a Welded Tanks for Oil Storage.

653 Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction, Fifth Edition

VI ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

Para esta sección se utilizó lo encontrado en análisis histórico de los accidentes en instalaciones similares, los peligros más comunes informados son la formación de nubes explosivas derivadas de sobrellenado de tanques, lo que provoca formación de charcos y en el caso de gasolina la formación de nubes explosivas.

VI.1 ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS E INSTALACIONES SIMILARES

En esta sección presentaremos una breve descripción de los accidentes que han ocurrido en instalaciones similares, en algunos casos el análisis del incidente o accidente ha sido exhaustivo, en otros casos no se han publicado los resultados de las investigaciones.

El 8 de enero 1983 en Newark, Nueva Jersey ocurrió una explosión en la granja de tanques de Texaco. Durante el trasiego de gasolina a un tanque ocurrió un sobrellenado que se derramo provocando una nube de gasolina gasificada que al encontrar una fuente de ignición exploto iniciando una conflagración que destruyó cuatro tanques de almacenamiento.

La conflagración duro tres días, causo 24 heridos y un fallecimiento, las investigaciones preliminares detectaron como causa raíz del accidente la omisión de aplicación de los procedimientos; no se realizó la revisión del sistema cada hora, se realizaron cálculos erróneos sobre la entrada y salida de combustible del tanque.

Como causa secundaria se detectó que no existían sistemas automáticos de protección ni de alerta. (LEDBETTER, 1983)

El 7 de octubre de 1991 en Saint Herblain, Francia hubo una explosión de un tanque que almacenaba gasolina, la causa probable fue que durante la apertura de una válvula remota hay una fuga que al hacer contacto con el suelo forma una nube, la cual se mueve por el desnivel natural hacia el estacionamiento y sobrepasa las paredes del dique de contención. Se supone que la nube llego a un calentador de agua para el lavado de los vehículos y explotó, dos operarios que resultaron heridos llegaron al centro de control e intentaron cerrar la válvula pero el sistema automático había sido destruido por la explosión.

La conflagración fue controlada en 72 minutos, el resultado fue de un fallecido y dos heridos así como la destrucción de dos tanques de almacenamiento de gasolina y quince camiones cisterna. (ARIA (Analysis, Research and Information on Accidents), 1991; ARIA (Analysis, 2011)

El 12 de noviembre de 1996 en San Juanico, Estado de México hubo una explosión e incendio en las instalaciones de PEMEX conocida como Satélite Norte, ubicada en el municipio de Tlalnepantla.

El incidente se inició con la fuga en una válvula, aunque se realizaron intentos de controlar la fuga esto no fue posible.

De alguna forma, ya que existen varias versiones, la nube de vapores formada por el derrame encontró una fuente de ignición y se inició un incendio. La incendio duro varios días hasta que el combustible contenido en los tanques se consumió.

El resultado final fue de cuatro fallecidos, heridos y dos tanques destruidos. (mpicontraincendio.com, 1996)

El 3 de abril de 2003 en Glenpool, Oklahoma, un tanque de diésel exploto y se incendió durante el llenado. El dictamen de la Junta Nacional de Seguridad en la Transportación atribuyó el accidente a malas prácticas en la operación de la granja de tanques.

El incendio de prolongo por 21 horas no hubo desgracias personales pero si la destrucción de dos tanques adyacentes. El incendio duro 21 horas. (Board N. T., 2004)

El 29 de agosto de 2003 en Nagoya, Japón durante la remodelación de dos tanques para gasolina hubo un incendio. El trabajo en los tanques se encontraba en etapas diferentes, mientras uno de los tanques ya había sido vaciado y se iniciaban los trabajos en caliente en el otro estaban terminado de vaciarlo. Durante el proceso de vaciado se abrió un pozo de visita y se continuó la extracción de gasolina.

Aunque sonó una alarma de vapores flamables instalada entre ambos tanques, los operarios no pudieron salir del área de peligro. Los vapores presentes encontraron un punto de calor en el otro tanque que estaba siendo remodelado causando un flamazo y posteriormente un incendio.

El incendio duró poco más de tres horas, dejando seis fallecidos, un herido y dos tanques dañados.

La causa se consideró error humano por mala programación de los trabajos al permitir trabajos en caliente mientras se extraía combustible de un tanque adyacente. (KOBAYASHI)

El 10 de diciembre de 2005 en el depósito de Buncefield localizado en Hemel Hempstead. Reino Unido durante el proceso de llenado de un tanque de gasolina falló el sistema de protección contra sobrellenado, lo cual provocó que se derramara gasolina dentro del dique de contención.

El derrame creó una niebla que se cree estaba formada por los componentes más volátiles de la gasolina, esta nube viajó y hasta un estacionamiento en donde encontró una fuente de ignición y explotó.

Esta explosión desencadenó un incendio que abarcó 20 tanques, el incendio duró cinco días y destruyó gran parte de la instalación. No hubo fallecidos y los 43 heridos solo presentaban heridas leves. (Agency, 2012)

El 23 de octubre de 2009 ocurrió una explosión en las instalaciones de la Corporación Petrolera del Caribe (CAPECO) mientras se descargaba un buque tanque. Durante la descarga un tanque de 20'000,000 de litros se desbordó en el dique de contención generando una nube de vapores que al llegar a una fuente de ignición explotó ocasionando un incendio que duró casi 60 horas y afectó 17 tanques. Las explosiones dañaron 30 casas aledañas y los materiales utilizados por los bomberos para controlar y apagar el fuego contaminaron el suelo y los cuerpos de agua cercanos. (Board U. C., 2009)

El 22 de octubre de 2011 en las instalaciones de Reichstett (Bas-Rhin), Francia, se inició un incendio durante la transferencia de gasolina entre tanques, una alarma de vapores de gasolina se activó en el cuarto de bombeo, la transferencia fue detenida, el personal de monitoreo informó de gasolina en el drenaje aceitoso y gasolina en el anillo exterior de uno de los tanques.

El 15 de marzo de 2017 se reportó una explosión e incendio en la Terminal de Almacenamiento y distribución de PEMEX en Salamanca, Gto. El accidente tuvo ocho víctimas fatales, no hay más información. (Notimex, 2017).

Tabla 11 Antecedentes de accidentes e Incidentes.

<i>No.</i>	<i>Año</i>	<i>Ciudad y/o País Instalación</i>	<i>Sustancia(s) involucrada(s)</i>	<i>Evento o Causa del Accidente e incidente</i>	<i>Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)</i>	<i>Acciones realizadas para su atención</i>
1	1983	Newark, New Jersey, USA	Gasolina	Sobrellenado que provoco un derrame con generación de nube explosiva que se incendió.	Un fallecido, veinticuatro heridos y cuatro tanques dañados.	
2	1991	Saint Herblain – [Loire Atlantique] Francia.	Gasolina, diésel y aceite combustible para hornos.	Fallo de válvula de apertura remota, formación de nube explosiva e incendio de los tanques cercanos	Un fallecido, dos heridos	Se aplican los protocolos de seguridad, resultan insuficientes. Bomberos locales utilizan espuma y por ser puerto se utiliza un remolcador contra incendio.
3	1996	San Juan Ixhuatepec, Estado de México, México	Gasolina	Fallo en una válvula que derramo liquido con la formación de una nube explosiva que se incendió.	Cuatro fallecidos, quince heridos y dos tanques destruidos.	El accidente fue controlado por los bomberos de varios municipios.
4	2003	Glenpool, Oklahoma	Diésel	Explosión e incendio de un tanque durante el llenado	Daños a dos tanques adyacentes, contaminación en la zona del accidente.	Se aplicaron los procedimientos de emergencia que incluían acuerdos con otras empresas de la zona y las autoridades locales, se estima que 13 equipos contra incendio atendieron el accidente.

<i>No.</i>	<i>Año</i>	<i>Ciudad y/o País Instalación</i>	<i>Sustancia(s) involucrada(s)</i>	<i>Evento o Causa del Accidente e incidente</i>	<i>Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)</i>	<i>Acciones realizadas para su atención</i>
5	2003	Nagoya, Aichi, Japón.	Gasolina.	Construcción de tanques de almacenamiento, incendio de vapores por trabajos de soldadura.	Seis fallecidos, un herido.	El siniestro fue controlado por bomberos municipales, no se tiene conocimiento de acción por parte del personal de la instalación.
6	2005	Buncefield, Hemel Hempstead, Reino Unido	Gasolina.	Sobrellenado de un tanque de gasolina, por fallo de los sistemas de control de nivel. Formación de una nube explosiva, el resultado fue una explosión seguida por un incendio	43 heridos, 23 tanques afectados.	El incendio duro cinco días.
7	2009	Bayamón, Puerto Rico.	Gasolina.	Sobrellenado de un tanque durante el trasiego de un buque a un tanque que provoco un derrame con la formación de una nube explosiva, el resultado fue una explosión seguida por un incendio.	Daños a 30 casas cercanas al sitio del accidente, contaminación por combustibles, agentes espumantes y agua contaminada.	Los bomberos de la empresa y el municipio atendieron el incendio, por falta de capacitación y equipo el incendio tardo en ser controlado.
8	2011	Reichstett (Bas-Rhin) Francia.	Gasolina	Sobrellenado del tanque debido a un fallo de los sistemas de nivel durante el trasiego entre tanques de la misma instalación.	Daños estructurales al tanque.	Se aplicaron los protocolos internos.
9	2017	Salamanca, Guanajuato, México	Gasolina	Incendio en área de llenaderas, sin información sobre las causas	Ocho fallecidos. Daños en el área	Sin información.

VI.2 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS

De la revisión a la información histórica, se infiere que el mayor peligro a presentarse durante la futura operación del Proyecto es la ocurrencia de algún incendio generado por

una explosión. La causa más común encontrada en los casos ocurridos; lo es por fallo de los sistemas de medición del nivel de producto en los tanques (fallas en la operación/fallas en el mantenimiento), lo que a su vez ocasiona un derrame. El derrame al evaporarse forma una nube de vapores que, al encontrar una fuente de ignición, provoca una bola de fuego y posteriormente una conflagración.

De los dos materiales a almacenar, gasolina y diésel, el material que presenta un mayor número de incidentes es la gasolina, probablemente debido a su menor presión de vapor y por ello la mayor facilidad para la formación de nubes explosivas. Los peligros identificados se listan en la Tabla 16.

Tabla 12 Identificación de peligros

Área	Peligro/posible escenario de riesgo	Causas	Dispositivos de seguridad
Tuberías.	Derrame, formación de charcos, formación de nube explosiva.	Fallo de materiales, golpes, corrosión.	Válvulas de control, detectores de fugas, sistemas de bypass o tuberías alternas, medidores de flujo, manómetros. Etiquetado y simbología.
Tanques de almacenamiento.	Derrames por sobre llenado, fallo de válvulas de llenado / vaciado que provocan la creación de charcos y nubes explosivas. Explosión durante trabajos de mantenimiento.	El fallo de los sistemas de medición puede provocar el derrame por sobrellenado, el fallo de los sellos de una válvula podría provocar derrames. La realización de trabajos de mantenimiento que incluyan fuentes de calor, llama abierta o la posibilidad de generación de chispas.	Sistemas redundantes de medición, supervisión humana durante las diferentes actividades, procedimientos y protocolos para realizar las actividades. Detectores de flama, alarmas.

Área	Peligro/posible escenario de riesgo	Causas	Dispositivos de seguridad
Llenaderas.	Derrames, emisión de vapores, incendio.	Un fallo en el sistema de recuperación de vapores puede generar la creación de nubes explosivas, el fallo de sellos o conexiones mal realizadas pueden provocar las fugas de producto o vapores. Sobrepresión de las líneas durante la operación de la bomba de trasiego, fugas en juntas por una conexión deficiente, riesgos relacionados con el mal manejo de equipos.	Válvulas de control, medidores de flujo, manómetros, explosímetro/detector de vapores de hidrocarburos en aire. Supervisión visual durante el llenado de auto tanques. Unidad de recuperación de vapores.

VI.2.1 ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO

Para el presente análisis, no se considera la actividad de descarga del buque hacia los tanques ya que dicho análisis se realizó y aprobó en la etapa I.

Para realizar el análisis cualitativo, se ejecutó un análisis de "qué pasa si" enfocándose únicamente a los peligros identificados y posteriormente se aplicó la técnica de árbol de fallas a cada uno de los riesgos identificados.

A continuación, se describen brevemente las técnicas:

Análisis "¿Qué pasa si...?"

Se optó por esta técnica, en virtud de que el proceso analizado no incluye transformaciones ni reacciones químicas. Asimismo, las instalaciones son relativamente sencillas. El análisis se realiza generando preguntas del tipo: ¿Qué pasa si, el nivel de combustible rebasa el máximo permitido?

Este método de tipo cualitativo consiste en formular una serie de preguntas, desarrollar respuestas y evaluarlas, visualizando las posibles consecuencias de las prácticas estudiadas, con el objetivo de identificar los riesgos y consecuencias, así como encontrar formas factibles de minimizarlos.

Método de árbol de fallas

Una vez que se identifican los eventos no deseados, se analizan las causas posibles que tienen que darse para que el evento suceda.

Cuando dos eventos tienen que suceder para que el siguiente suceso se realice se unen mediante una puerta lógica "Y", cuando uno de dos eventos basta para desencadenar el evento siguiente se utiliza una puerta lógica "o".

El objetivo de construir un árbol de fallas consiste en identificar el origen de dichos eventos, desarrollando un modelo sistemático y lógico donde se representan, por medio de símbolos, las combinaciones de las situaciones que pueden conducir a la producción del accidente o evento no deseado.

	Puerta lógica Y	El evento de salida sucede si la totalidad de los eventos de entrada suceden
	Puerta lógica O	El evento de salida sucede si cualquiera de los eventos de entrada suceden
	Evento básico	Fallo en un componente sin causa primaria identificable
	Evento intermedio	Es el evento de falla que sucede si uno o más de los antecesores pasa a través de las puertas lógicas

Figura 17 Simbología utilizada en el árbol de fallas

VI.2.1.1 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Debido a que los procesos para almacenamiento de diésel y gasolina son prácticamente iguales, se realizó una sola identificación de peligros para ambos petrolíferos.

Para realizar la identificación de peligros y poder realizar la evaluación de riesgos se utilizó la información de los antecedentes históricos en instalaciones de la misma naturaleza, los peligros más frecuentes encontrados se listan en la tabla 17.

Tabla 13 Identificación de peligros

Tipo de incidente	Causa probable	Escenario de riesgo asociado
Fuga en tanques, tuberías o accesorios	Fisuras o rupturas por corrosión, golpes o fallo de materiales.	Formación de charco de producto, con posibilidad de incendio de charco.
Derrame por sobre llenado, este incidente puede ocurrir en los tanques o en la bahía de carga	Fallo de los sistemas de medición.	Formación de charco de producto, con posibilidad de incendio de charco.
	Fatiga de materiales.	
	Fallo en válvula de operación remota.	
	Error humano.	
BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición	Incendio en algún tanque aledaño y fallo en el sistema contra incendio.	BLEVE.

Para proceder a la evaluación de riesgos se definieron tres subsistemas: llenado del tanque, almacenamiento y llenado de auto tanques. Posteriormente, se aplicó el método de qué pasa si.

Subsistema: Llenado del tanque		Descripción: Operación de llenado del tanque de almacenamiento.		
Que pasa si	Respuesta	Probabilidad	Consecuencias	Recomendaciones
Válvulas mal alineadas.	El producto no llega al tanque seleccionado.	Baja.	Sobrellenado de otro tanque si tiene las válvulas abiertas.	Aplicar el procedimiento, verificación visual antes del inicio de operaciones.
Válvulas mal alineadas.	Sobrepresión en las líneas de transferencia	Baja	Posible fuga en sellos de válvula.	Aplicar el procedimiento, verificación visual antes del inicio de operaciones
Válvulas mal alineadas.	Sobrepresión en las líneas de transferencia	Baja	Fuga en una tubería	Realizar mantenimiento preventivo a las tuberías, realizar inspecciones visuales periódicas.

Que pasa sí	Respuesta	Probabilidad	Consecuencias	Recomendaciones
Falla el sistema de medición de nivel.	Probabilidad de sobrellenado del tanque.	Baja	<p>Generación de un charco de producto.</p> <p>Posibilidad de explosión por formación de una nube de vapores.</p>	<p>Seguir el procedimiento de Vopak.</p> <p>Realizar comprobaciones a los sistemas de medición de nivel.</p> <p>Realizar comprobaciones a los sistemas de paro de emergencia.</p>

Subsistema: Almacenamiento

Descripción: Actividades que se desarrollan durante el almacenamiento de combustibles.

Que pasa sí	Respuesta	Probabilidad	Consecuencias	Recomendaciones
Falla el techo flotante en los tanques de gasolina	Se generan vapores entre el techo fijo y el techo flotante.	Baja.	Generación de vapores explosivos.	<p>Realizar mantenimiento preventivo.</p> <p>Realizar verificaciones visuales periódicas.</p>
Falla en la válvula de llenado/descarga.	Vaciado de tanque.	Baja	<p>Formación de charco de producto</p> <p>Posibilidad de explosión por formación de una nube de vapores.</p>	<p>Realizar verificaciones visuales periódicas.</p> <p>Realizar el mantenimiento preventivo.</p>
El cabezal recibe un golpe	La válvula o tubería se fisura o fractura	Baja	Fuga de producto con formación de charco	Seguir los procedimientos de trabajo y circulación de vehículos en la planta.

Subsistema: Carga de los auto tanques (transporte terrestre).		Descripción: Actividades que se desarrollan el llenado de transportes terrestres.		
Que pasa sí	Respuesta	Probabilidad	Consecuencias	Recomendaciones
Válvulas mal alineadas	Se genera sobrepresión en las líneas.	Baja.	Fuga en las mangueras de descarga con formación de charco de producto.	Aplicar los procedimientos, revisión visual antes del inicio de operaciones.
Sobrellenado de uno de los auto tanques	Derrame de producto.	Baja.	Creación de un charco de producto. Posibilidad de explosión por formación de una nube de vapores.	Aplicar los procedimientos, supervisión visual durante el proceso de llenado.
Fallo en uno de los empaques de la bomba.	Fuga de producto.	Baja	Formación de un charco de producto.	Realizar el mantenimiento preventivo, tener material para el control de derrames en el área.
Ruptura de tuberías o mangueras.	Fuga de producto.	Baja	Formación de un charco de producto.	Realizar el mantenimiento preventivo, tener material para el control de derrames en el área.
Fractura o fisura en los componentes del brazo de carga	Fuga de producto	Media	Formación de un charco de producto. Posibilidad de explosión por formación de una nube de vapores.	Seguir los procedimientos de admisión de auto tanques. Verificar que se cumplan las reglas de circulación de vehículos.

VI.2.1.2 JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGOS

Para realizar la jerarquización de los riesgos, se utilizaron los valores de la frecuencia con la que se podrían presentar. Como era de esperarse, el escenario más probable es el sobre llenado de los auto tanques y el menos probable es una fuga en tanque.

Tabla 14 Clasificación de frecuencias para Escenarios de Riesgo

Clasificación de frecuencia	Categoría	Descripción	Frecuencia/año
Frecuente	A	Derrame en la bahía de carga de auto tanques	1.7×10^0
Moderado	B	Fuga en tuberías	7.5×10^{-2}
Remota	C	Fuga en tanque	8.1×10^{-3}

En cuanto a la clasificación de las consecuencias de los escenarios, se considera que el nivel más bajo de clasificación es cuando el resultado del evento no tiene mayores implicaciones en el ambiente, las personas ni las instalaciones y la clasificación más alta se considera cuando hay víctimas y las instalaciones o el medio circundante sufren destrucción.

Tabla 15 Clasificación de consecuencias para Escenarios de Riesgo

EFECTO	1	2	3
Seguridad y salud de los vecinos	Alerta vecinal; afectación potencial a la seguridad y la salud pública	Evacuación; Lesiones menores o afectación a la seguridad y salud pública moderada; costos por afectaciones y daños entre 5 y 10 millones de pesos	Evacuación; lesionados; una o más fatalidades; afectación a la seguridad y salud pública; costos por lesiones y daños mayores a 10 millones de pesos

EFECTO	1	2	3
Seguridad y salud personal y/o proveedor y/o contratista	Atención Médica; Lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles	Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal; efectos moderados a la salud	Una o más fatalidades; Lesionados graves con daños irreversibles; Incapacidad parcial o total permanentes
Efectos en la instalación.	Condiciones peligrosas; informe a las autoridades; emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes	Preocupación en el sitio por: fuego y llamaradas; ondas de sobre presión; fuga de sustancias tóxicas	Continuidad de la operación amenazada; incendios, explosiones o nubes tóxicas; evacuación del personal.

EFEECTO	1	2	3
Descargas y derrames.	Informe a las Autoridades Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar la muerte de peces.	Contaminación de un gran volumen de agua. Efectos severos en cuerpos de agua; mortandad significativa de peces; incumplimiento de condiciones de descarga permitidas; reacción de grupos ambientalistas.	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere un gran esfuerzo para remediación. Efecto sobre la flora y fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua.

Tabla 16 Relación entre severidad y frecuencia

Frecuencia	Consecuencia (severidad)		
	1	2	3
Frecuente	SIL 2	SIL 3	SIL 3
Moderado	SIL 1	SIL 2	SIL 3
Remota	NR	SIL 1	SIL 3

Utilizando la información anterior la jerarquización de los riesgos analizados queda como sigue:

Tabla 17 Jerarquización de riesgos

Evento	Consecuencia (severidad)		
	1	2	3
Derrame en la bahía de carga de auto tanques	X		
Fuga en tanque		X	
Fuga en tuberías		X	

A continuación, en la se presentan los escenarios de riesgo identificados:

Tabla 18 Escenarios de Riesgo identificados.

Escenario de riesgo	RESUMEN DEL ESCENARIO
Incendio de charco por derrame de producto por sobrellenado de tanques durante la operación de llenado	<p>Durante el llenado de tanques de producto, se presenta un derrame por sobrellenado, como consecuencia de una falla de instrumentos de medición, mecanismos de control o error del operario.</p> <p>Ya que los respiraderos son de 6" y que las tuberías se encuentran presionadas se consideró que el contenido se derrama por cinco minutos por la totalidad de un respiradero con el flujo de la bomba de alimentación.</p>
Incendio de charco por fuga continúa de producto a través de un orificio de 1.25 cm Ø en alguna tubería o accesorio.	Las tuberías y accesorios son sujetos a fallos debidos a la corrosión, fallos en la construcción, mal mantenimiento o colisiones. Se consideró un orificio de fuga de 1.25 cm, 0.5 pulgadas, en una tubería de 12 pulgadas.
Incendio por derrame de producto por sobrellenado de auto tanque durante la operación de carga de producto.	Durante el llenado de auto tanques en las llenaderas, se presenta un derrame por sobrellenado de auto tanque, se consideró un tiempo de respuesta de 3 minutos, un diámetro de 4 pulgadas y el flujo máximo de la bomba de alimentación
BLEVE	Derivado del incendio en alguno de los tanques cercanos y a la falla del sistema de supresión de fuego, la temperatura del tanque se eleve provocando la ebullición del contenido y causando una BLEVE.

VI.2.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.

Para cuantificar la probabilidad de que alguno de los eventos identificados se utilizó la metodología de análisis por árbol de eventos.

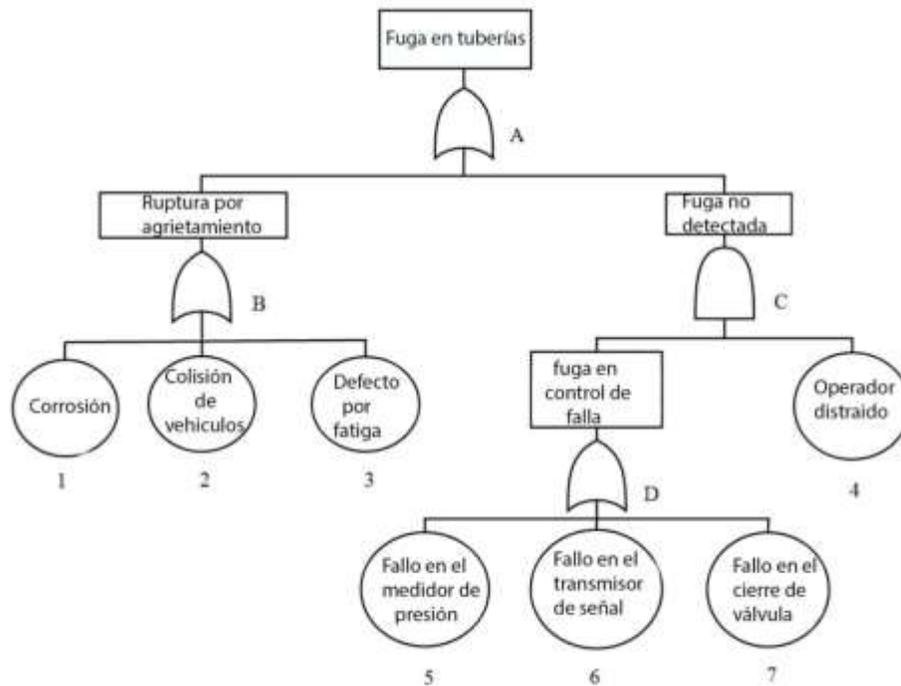


Figura 18 Árbol de fallas para fuga en tuberías

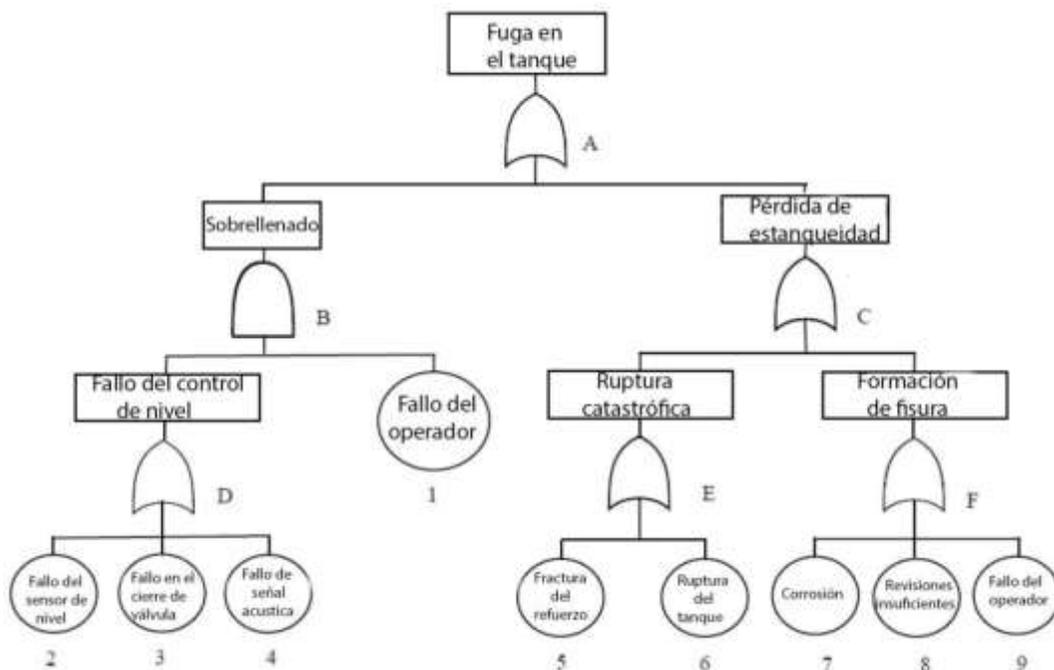


Figura 19 Árbol de fallas para fuga en el tanque

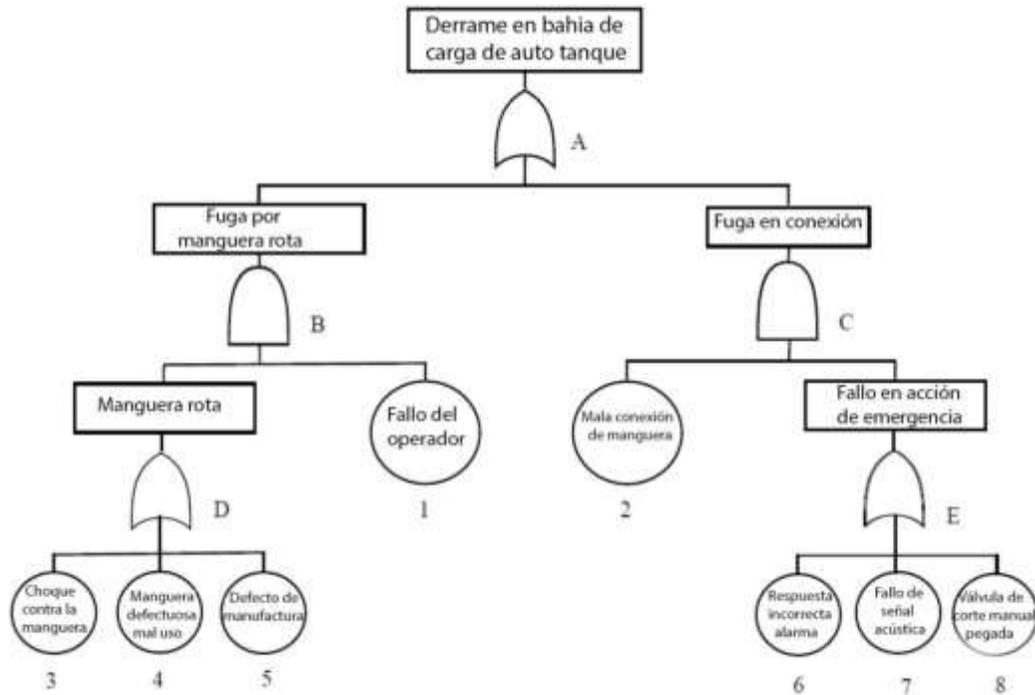


Figura 20 Árbol de fallas para Derramen en la bahía de carga de auto tanques

VI.2.2.1 ANÁLISIS DETALLADO DE FRECUENCIAS

A continuación, se presentan los resultados del análisis detallado de frecuencias para cada uno de los eventos analizados, la información se obtuvo de (José Luis Fuentes-Bargues, 2017)

Tabla 19 Evento tope: Fuga en tuberías ecuaciones

Sistema de ecuaciones

$$A = B + C$$

$$B = 1 + 2 + 3$$

$$C = D \times 4$$

$$D = 5 + 6 + 7$$

Ecuación booleana

$$A = 1 + 2 + 3 + (5 \times 4) + (6 \times 4) + (7 \times 4)$$

Tabla 20 Evento tope: Fuga en tuberías

Evento básico	Descripción	Frecuencia de falla / año
1	Corrosión	4.4×10^{-3}
2	Colisión de vehículos	8.8×10^{-4}
3	Defecto por fatiga	8.8×10^{-4}
4	Operador distraído	1.8×10^{-3}
5	Fallo en el medidor de presión	4.1×10^{-2}
6	Fallo en el transmisor de señal	8.8×10^{-1}
7	Fallo en el cierre de válvula	2.2×10^{-1}
D	Fuga en el control de falla	1.14×10^0
C	Fuga no detectada	2.0×10^{-3}
B	Ruptura por agrietamiento	6.1×10^{-3}
A = B + C	Evento tope	8.1×10^{-3}

Tabla 21 Evento tope: Fuga en tanque, ecuaciones

Sistema de ecuaciones	Ecuación booleana
$A = B + C$	
$B = D \times 1$	
$C = E + F$	
$D = 2 + 3 + 4$	$A = (2 \times 1) + (3 \times 1) + (4 \times 1) + 5 + 6 + 7 + 8 + 9$
$E = 5 + 6$	
$F = 7 + 8 + 9$	

Tabla 22 Evento tope: Fuga en tanque

Evento básico	Descripción	Frecuencia de falla / año
1	Fallo del operador	8.8×10^{-2}
2	Fallo del sensor de nivel	4.1×10^{-1}
3	Fallo en el cierre de válvula	2.2×10^{-1}
4	Fallo de señal acústica	8.8×10^{-2}
5	Fractura del refuerzo	2.2×10^{-3}
6	Ruptura del tanque	2.2×10^{-3}
7	Corrosión	4.4×10^{-3}
8	Revisiones insuficientes	1.8×10^{-3}
9	Fallo del operador	1.8×10^{-3}
F	Formación de fisura	8.0×10^{-3}
E	Ruptura catastrófica	4.4×10^{-3}
D	Fallo del control de nivel	7.2×10^{-1}
C	Perdida de estanqueidad	1.2×10^{-2}
B	Sobrellenado	6.3×10^{-2}
A = B + C	Evento tope	7.5×10^{-2}

Tabla 23 Evento tope: Derrame en la bahía de carga de auto tanques ecuaciones

Sistema de ecuaciones	Ecuación booleana
A = B + C	
B = D X 1	
C = 2 X E	$A = (3 \times 1) + (4 \times 1) + (5 \times 1) + (2 \times 6) + (2 \times 7) + (2 \times 8)$
D = 3 + 4 + 5	
E = 6 + 7 + 8	

Tabla 24 Evento tope: Derrame en la bahía de carga de auto tanques

Evento básico	Descripción	Frecuencia de falla / año
1	Fallo del operador	8.8×10^{-1}
2	Mala conexión de la manguera	$.8 \times 10^{-1}$
3	Choque contra la manguera	8.8×10^{-4}
4	Manguera defectuosa debido al mal uso	8.8×10^{-2}
5	Defecto de manufactura	8.8×10^{-2}
6	Respuesta incorrecta a la alarma	8.8×10^{-1}
7	Fallo de señal acústica	8.8×10^{-1}
8	Válvula de control manual pegada	1.0×10^{-1}
E	Fallo en la acción de emergencia	1.86×10^0
D	Manguera rota	9.7×10^{-2}
C	Fuga en conexión	1.63×10^0
B	Fuga por manguera rota	0.5×10^{-3}
A = B + C	Evento tope	1.7×10^0

VI.2.2.2 ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS

Para el análisis de consecuencias se realizaron simulaciones con el sistema SCRI fuego, utilizando los siguientes datos:

Para simular el derrame en el tanque de almacenamiento, se consideró el gasto promedio de las bombas de descarga del buque. Aunque se cuenta con una válvula de corte rápido, se considera que la tubería está cargada y presurizada por lo que se consideró que el derrame dura cinco minutos.

En el caso de derrames en los tanques se considera que estos quedan contenidos por el dique.

Para el caso de un derrame en el área de llenaderas se realizaron consideraciones similares, el flujo de la bomba en este caso es el máximo. El sistema está presurizado, por lo que el tiempo que dura el derrame es de tres minutos. También se consideró que el derrame ocurre a una altura de 2 m y que no hay dique de contención.

Tabla 25 Datos meteorológicos utilizados en la simulación

Meteorología						
Temperatura ambiente	Dirección del viento	Velocidad del viento m/s	Nubosidad	Estabilidad	Humedad relativa %	Tipo de terreno
25° C	N	3.60 (7 nudos)	5/10	E	78	Campo abierto

Tabla 26 Datos para el inventario y la tasa de descarga

Escenario	Material	Volumen m³	Gasto l/s	Fuga diámetro	Área del dique m²
Fuga en tubería	Gasolina	n/a	330	1.25 cm	n/a
	Diésel	n/a	330	1.25 cm	n/a
Sobrellenado tanque	Gasolina	n/a	330	6"	5,150
	Diésel	n/a	330	6"	4,694
Sobrellenado carga de auto tanques	Gasolina	n/a	31	4"	n/a
	Diésel	n/a	31	4"	n/a
BLEVE	Gasolina	8,100	n/a	n/a	n/a
	Diésel	7,380	n/a	n/a	n/a

VI.2.2.3 REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE CONSECUENCIA (RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN)

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCION I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCION I DE LA LFTAIP

contención 100, gasolinas.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

contención 101, Diésel.

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

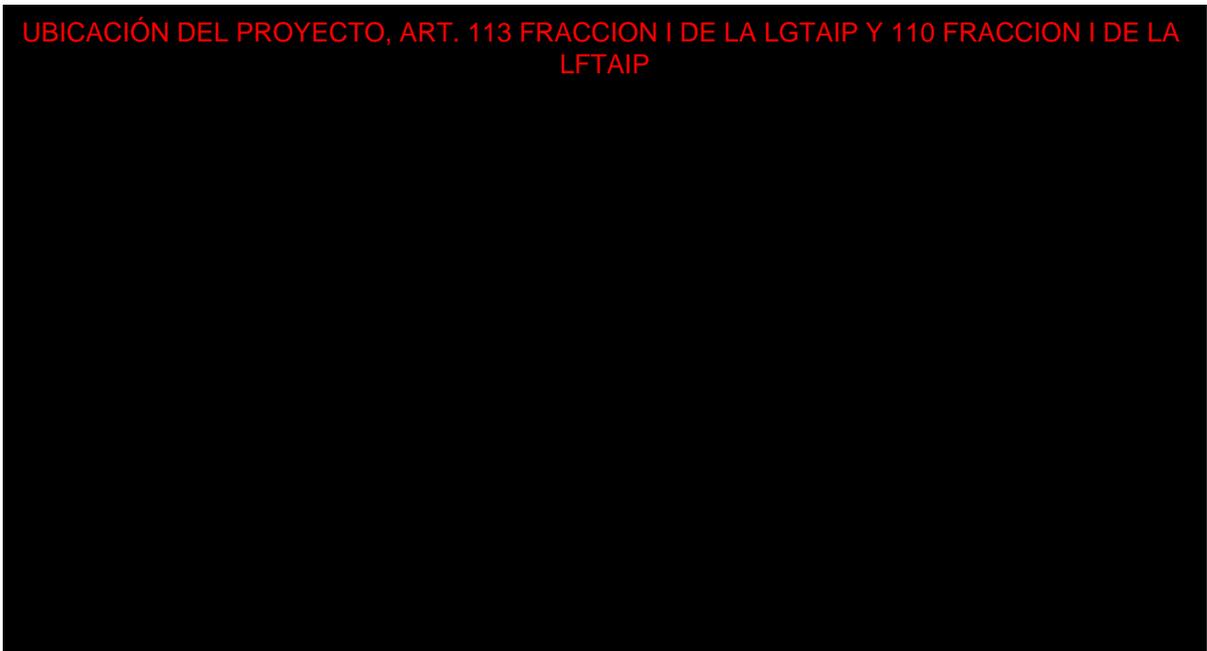


Figura 24 Radios de afectación por calor derivados de una BLEVE de Diésel

Los resultados de las fugas en tuberías y fugas en el área de llenaderas no se presentan gráficamente ya que los resultados obtenidos son de radios reducidos y se consideró que no representan riesgos significativos que afecten el exterior de la instalación.

Tabla 27 Resultados de las simulaciones

Evento	Material	Distancia de la radiación térmica m		
		31.5 KW/m ²	12.5 KW/m ²	5 KW/m ²
Fuga en tubería	Gasolina	6	0.05	0
	Diésel	7	15	26
Sobrellenado en tanque	Gasolina	80	131	80
	Diésel	62	101	160
Sobrellenado carga de auto tanques	Gasolina	0	0	0
	Diésel	0	0	0
BLEVE	Gasolina	270	432	643
	Diésel	254	413	618

El resultado de las simulaciones se encuentra en el Anexo 14 y en el Anexo 15 las imágenes en mayor resolución.

VI.2.3 ANÁLISIS DE RIESGO

Una vez identificados los peligros y definidos los escenarios de riesgo, se realizaron simulaciones matemáticas para los posibles eventos, los resultados nos muestran que la zona de mayor peligro queda incluida dentro de las instalaciones.

Si consideramos las barreras físicas que existen en las instalaciones y que los modelos no los consideran podemos asumir que los posibles radios de afectación serán menores y que no serán un círculo perfecto.

La existencia de bardas perimetrales y otras construcciones reducen considerablemente las áreas con posible afectación.

El análisis de los eventos históricos para instalaciones similares nos indica que, en la mayoría de los casos, los efectos de los incidentes quedan confinados a las instalaciones.

VI.2.3.1 REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO

Como se menciona en la sección VI.2.4.2 Análisis de Capas de Protección (LOPA, por sus siglas en inglés) del Proyecto y/o Instalación, no se encontraron nuevas acciones que realizar en materia de prevención, por lo anterior se considera que no hay reposicionamiento de los escenarios de riesgo.

VI.2.3.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Las instalaciones se encuentran en una instalación portuaria con estatus de recinto fiscal, lo que ha provocado que no existan espacios abiertos entre las diferentes instalaciones.

Las mismas instalaciones son las más vulnerables ya que se trata de una granja de tanques por lo que un incendio podría causar daños a los tanques aledaños.

El siguiente receptor de riesgo serían las instalaciones de Excellence Sea & Land Logistics, sin embargo la existencia de varios obstáculos, tanques de almacenamiento de otros productos, hacen que la probabilidad de que se vean afectados sea pequeña.

Tabla 28 Descripción de los posibles receptores de Riesgo.

Escenario Aplica para Gasolina y diésel	Receptores de riesgo	Sistemas de seguridad y medidas preventivas
Fuga en tuberías	Diferentes partes de la instalación, principalmente debajo de los racks de tuberías. Personal de la instalación laborando en las cercanías. Emisiones a la atmósfera. Contaminación del suelo.	Sistema contra incendio a base de monitores. Programa de mantenimiento.

<p>Escenario Aplica para Gasolina y diésel</p>	<p>Receptores de riesgo</p>	<p>Sistemas de seguridad y medidas preventivas</p>
<p>Sobrellenado de tanque</p>	<p>Tanques aledaños. Instalaciones colindantes.</p>	<p>Sistemas de para rápido con botoneras repartidas por la instalación. Alarma de atmosfera explosiva. Sistema de contra incendio con anillos al derredor de los tanques. Procedimiento para recepción de buques. Programa de mantenimiento. Brigada contra incendio.</p>
<p>Sobrellenado de carga de auto tanques</p>	<p>Instalaciones de llenado. Vehículos en proceso de carga. Personal cercano al derrame</p>	<p>Sistemas de para rápido con botoneras. Procedimiento para carga de auto tanques. Programa de mantenimiento.</p>
<p>BLEVE</p>	<p>Tanques aledaños. Arreglo de bombas. Oficinas y obra civil de la instalación. Muelle de cementos. Incinerado de la API Personal de la instalación. Personas circulando por la Avenida Ulua.</p>	<p>Sistema contra incendio por anillos de agua. Sistema contra incendio por inyección de espuma anti ignifuga.</p>

VI.2.4 DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RIESGO ADICIONALES PARA ESCENARIOS DE RIESGO NO TOLERABLES Y/O ALARP, (AS LOW AS REASONABLY PRACTICABLE, TAN BAJO COMO SEA RAZONABLEMENTE FACTIBLE)

VI.2.4.1 NIVEL INTEGRAL DE SEGURIDAD (SIL, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN

El primer nivel de seguridad que se aplica en el Proyecto es en la fase de diseño, para ello se aplicaron las siguientes normas nacionales e internacionales:

Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

NOM-002-SCT/2011 Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.

NOM-007-SCT2/2010 Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.

NOM-010-SCT2/2009 Disposiciones de compatibilidad y segregación, para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

NOM-011-SCT2/2012 Condiciones para el transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos en cantidades limitadas.

NOM-019-SCT2/2004 Disposiciones generales para la limpieza y control de remanentes de sustancias y residuos peligrosos en las unidades que transportan materiales y residuos peligrosos.

NOM-023-SCT2/2011 Información que debe contener la Placa Técnica que deben portar los auto tanques, cisternas portátiles y Recipientes Metálicos Intermedios a Granel (RIG) que transportan sustancias, materiales y residuos peligrosos.

NOM-024-SCT2/2010, Especificaciones para la construcción y reconstrucción, así como los métodos de ensayo (prueba) de los envases y embalajes de las sustancias, materiales y residuos peligrosos.

NOM-025-SCT2/2016. Disposiciones especiales para las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 Explosivos.

NOM-027-SCT2/2009. Especificaciones especiales y adicionales para el envase, embalaje, recipientes intermedios a grane, cisternas portátiles y transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la división 5.2 peróxidos orgánicos.

NOM-028-SCT2/2010 Disposiciones especiales y generales para el transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la de clase 3 líquidos inflamables.

NOM-032-SCT2/2009, Especificaciones y características relativas al diseño, construcción, inspección y pruebas de cisternas portátiles destinadas al transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de las clases 1, 3 a 9.

NOM-043-SCT/2003 Documento de embarque de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

NOM-051-SCT2/2011, Especificaciones para la clasificación de las sustancias infecciosas y especificaciones especiales y adicionales para la construcción y ensayo (prueba) de los envases y/o embalajes que transporten sustancias infecciosas de la división 6.2, Categoría A.

NOM-033-SCT4/2013 Lineamientos para el ingreso de mercancías peligrosas a instalaciones portuarias.

NOM-035-SCT4/2009 de Norma Oficial Mexicana, Equipo de protección personal para la atención de incendios, accidentes e incidentes que involucren mercancías peligrosas en embarcaciones y artefactos navales.

NOM-020-SCT2/1995 Requerimientos generales para el diseño y construcción de auto tanques destinados al transporte de materiales y residuos peligrosos, especificaciones SCT 306, SCT 307 y SCT 312.

NOM-012-SCT4/2007. Lineamientos para la elaboración del plan de contingencias para embarcaciones que transportan mercancías peligrosas.

NOM-009-SCT2/2009 Compatibilidad para el almacenamiento y transporte de sustancias materiales y residuos peligrosos de la clase 1 explosivos.

NOM-005-SCT/2008 Información de emergencia para el transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

NOM-004-SCT/2008 Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

NOM-003-SCT/2008 Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

NOM-001-SEMARNAT-1996 Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-043-SEMARNAT-1993 Establece los límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-053-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM -052-SEMARNAT-2005.

NOM-059-SEMARNAT-2010. Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática en peligro de extinción, amenazada, raras y las sujetas a protección especial, y establece las especificaciones para su protección.

NOM-085-SEMARNAT-2011 Fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, Protección ambiental-Salud ambiental Residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo.

Secretaria de Salud

NOM-021-SSA1-1993 Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al monóxido de carbono (CO). Valor permisible para la concentración de monóxido de carbono (CO) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

NOM-025-SSA1-2014 Salud Ambiental. Criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado. Valor límite permisible para la concentración de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM10 y partículas menores de 2.5 micrómetros PM2.5 de la calidad del aire ambiente. CriISO-9712 y los Procedimiento internos No, FS3-IM-01, 02, 03, 04 y 05, este personal está certificado por el Ing. Arturo Lara Cruz, Nivel III en Ensayos No Destructivos con Número de Registro ASNT-71795.

API Standard 650 Ed 12^a Welded Tanks for Oil Storage.

El Segundo nivel se encuentra proporcionado por los manuales, prácticas de operación y mantenimiento de Vopak, información reservada, tales como; Limpieza de tanques, limpieza de líneas, hermeticidad de líneas, limpieza de mangueras, etc.

Finalmente, el tercer nivel de seguridad lo conforman los sistemas redundantes de medición de nivel, el sistema contra incendio que se conforma por boquillas inyectoras de espuma dentro de los tanques, monitores contra incendio, sistema de monitores de atmósferas explosivas, botones de paro de emergencia.

Tabla 29 Niveles de Integridad de Seguridad: Probabilidad de falla en demanda

Niveles de Integridad de Seguridad (SIL)	Probabilidad de falla en demanda	Reducción de riesgo
4	$\geq 10^{-5}$ a 10^{-4}	>10,000 a $\leq 100,000$
3	$\geq 10^{-4}$ a 10^{-3}	>1000 a $\leq 10,000$
2	$\geq 10^{-3}$ a 10^{-2}	>100 a ≤ 1000
1	$\geq 10^{-2}$ a $<10^{-1}$	>10 a ≤ 100

Si consideramos que el sobrellenado de un tanque es el accidente más reportado en este tipo de instalaciones, Vopak ha desarrollado un nivel de protección al que llaman de nivel 3 para evitar esta situación, el estándar Vopak consiste en sistema de medición continua de nivel por radar y un switch de nivel (del tipo horquilla vibratoria) independiente. Durante la operación normal se monitorea el llenado con el uso de la medición por radar hasta alcanzar el nivel seguro de llenado (95%), la altura del switch de nivel está por arriba del nivel seguro de llenado y es tal que brinda suficiente tiempo de respuesta para evitar un evento de sobrellenado al mandar la señal que mandará a cerrar una válvula automatizada ubicada en la línea de llenado del tanque.

Si además consideramos que las frecuencias de falla utilizadas en el análisis de riesgo no sitúan en niveles de SIL de 1 y 2, tanto para los eventos iniciadores como para los eventos tope los niveles de seguridad actuales son difícilmente mejorables por lo que la instalación ya se encuentra dentro del SIL objetivo.

Si tomamos en consideración la disponibilidad de los sistemas de protección y su tiempo medio entre fallos, Tabla 30 y la frecuencia de fallos en las funciones instrumentadas de seguridad,

Tabla **31**, advertimos que los niveles de protección requeridos son de protección media o menor.

Tabla 30 Clasificación del SIL en función de la frecuencia de fallos

SIL	Probabilidad de falla en la demanda	Disponibilidad	Tiempo medio entre fallos	Impacto
4	10 ⁻⁵ a 10 ⁻⁴	>99.99%	100,000 a 10,000	Catastrófico
3	10 ⁻⁴ a 10 ⁻³	99.90% a 99.99%	10,000 a 1,000	Protección mayor
2	10 ⁻³ a 10 ⁻²	99.0% a 99.90%	1,000 a 100	Protección media
1	10 ⁻² a 10 ⁻¹	90.0% a 99.0%	100 a 10	Protección menor

Tabla 31 Niveles de Integridad de Seguridad: frecuencia de fallas peligrosas de las funciones instrumentadas de seguridad.

Sistema de seguridad	Descripción	Frecuencia de falla / año
1	Fallo del sensor de nivel	4.1 X 10 ⁻¹
2	Fallo en el cierre de válvula	2.2 X 10 ⁻¹
3	Fallo de señal acústica	8.8 X 10 ⁻²
4	Fallo en el medidor de presión	4.1 X 10 ⁻²
5	Fallo en el transmisor de señal	8.8 X 10 ⁻¹
6	Fallo en el cierre de válvula	2.2 X 10 ⁻¹

VI.2.4.2 ANÁLISIS DE CAPAS DE PROTECCIÓN (LOPA, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS) DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN

El análisis de capas de protección se basa en las capas, o más bien en la secuencia en que los mecanismos de control se suceden, de protección con las que cuenta la instalación para enfrentar un incidente o accidente. (Salinas, 2011). De forma simple se muestra la secuencia, en la siguiente Figura.



Figura 25 Capas de protección

Para el caso que se está analizando tenemos que el proceso es simple, las operaciones unitarias que se realizan son únicamente de bombeo, por lo que la que la primera capa se considera cubierta con los sistemas de control de nivel, botoneras de paro de emergencia y diseño de los tanques.

El segundo nivel requiere que los operadores tengan la posibilidad de accionar un sistema de alarmas, en las instalaciones se encuentra repartidos varios botones de paro automático.

En el tercer nivel se tiene la aplicación de sistemas de paro automático, como ya se mencionó, el proceso es sumamente simple, el paro automático es detener las bombas, y se encuentra implementado en las instalaciones.

En lo relacionado a los sistemas de protección mecánica, la construcción de los tanques, racks de tuberías y demás equipos han sido diseñados de conformidad a los estándares internacionales.

La instalación considera un sistema de detección de atmosferas explosiva que cubre la totalidad de las áreas de interés, tiene sistema de inyección de espuma a los tanques que almacenaran petrolíferos, los tanques cuentan con anillo de enfriamiento y hay monitores e hidrantes repartidos estratégicamente por la planta. Por lo anterior se considera que se tienen los sistemas de alerta posibles.

En cuanto a las protecciones externas, todos los tanques se encuentran dentro de un dique de contención que, por exigencias de Vopak, tiene un volumen disponible de 110% la capacidad del mayor tanque dentro del dique.

Las instalaciones de Vopak Veracruz cuentan con su programa interno de protección civil, su propio procedimiento para atender incidentes, que se encuentra en el Anexo 16, y brigada contra incendios de primera intervención, el nivel de respuesta de la planta se considera cubierto.

Por encontrarse dentro de la API, Vopak es parte del "Programa de Protección Civil para casos de siniestros o emergencias en el Puerto", el cual establece que en caso de que Vopak sufra un incidente las otras empresas establecidas en la API acudirán en su ayuda y en el caso que otra empresa tenga un accidente Vopak proporcionará ayuda.

Por lo anterior, un proceso simple, mecanismos de atención de incidentes y accidentes y procedimientos propios de Vopak se considera que Vopak está en el límite de controles para riesgos tolerables, sobre todo si se considera la simplicidad del proceso, bombeo de materiales, y que esa única operación unitaria cuenta con las suficientes salvaguardas.

Tabla 32 Valor de Frecuencias típicas para eventos iniciadores

Evento iniciador	Frecuencia
Sobrellenado del tanque	1×10^{-2}
Fuga en tubería	2.27×10^{-4}
Sobrellenado de auto tanque	1×10^{-2}

Si consideramos los valores de frecuencia del evento iniciador,

Tabla 32, la jerarquización de riesgo, Tabla 17 y el orden de las capas de protección, Figura 25, se observa que el riesgo está en la zona de riesgo tolerable y no hay más capas de protección posibles.

VI.3 SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO

Las instalaciones contarán con los siguientes sistemas de seguridad:

- ✓ Dos sensores de nivel, uno por radar y otro de tipo horquilla vibratoria, calibrados a diferentes niveles para evitar el sobrellenado.
- ✓ Detectores de flama cubriendo la totalidad de los tanques, en el Anexo 12 se encuentra el DTI.
- ✓ Detectores de flama cubriendo la totalidad las bahías de carga de auto tanques, en el Anexo 12 se encuentra el DTI.
- ✓ El sistema contra incendio de los tanques está conformado por un sistema de inyección de espuma y un sistema de diluvio, en el Anexo 12 se encuentra el DTI.
- ✓ El diagrama completo del sistema de espuma se encuentra en el Anexo 12 se encuentra el DTI.

Como se ha mencionado la filosofía de diseño permite considerar que el riesgo asociado a esta instalación es tolerable, por lo que no se considera que deban implantar mayores controles ya que los que se piensan instalar se consideran suficientes.

VI.4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

El objetivo general del presente estudio de análisis de riesgo del proceso aplicado al proyecto "VERACRUZ CPP Fase 2", fue identificar, analizar y evaluar la probabilidad de la ocurrencia de daños asociados a factores externos, fallas en los sistemas de control, los sistemas mecánicos, factores humanos y fallas en los sistemas de administración con la finalidad de controlar y/o minimizar las consecuencias a las personas, ambiente, al negocio y a la imagen de tal manera que la instalación opere en una condición de riesgo aceptable.

Este resultado resulta interesante ya que el evento menos probable es el que ha sido reportado más veces, probablemente debido a que el evento más probable no suele tener consecuencias al exterior de las instalaciones y no suele ser reportado.

En función de este objetivo general, a continuación, se presentan las conclusiones en términos del cumplimiento de los objetivos específicos determinados para este reporte de análisis de riesgo de proceso:

Se puede concluir, en función de la frecuencia de ocurrencia de los eventos de mayor magnitud o accidentes mayores referidos en los escenarios, que la probabilidad que ocurra es baja considerando las frecuencias de las fallas iniciales, lo anterior fue derivado de los árboles de falla realizados para cada evento que generaría el escenario.

Otro factor determinante es la condición de certificación de las instalaciones actuales y a las prácticas operativas de Vopak, la aplicación de estándares y normas internacionales y nacionales.

En relación a la evaluación de consecuencias de los escenarios se determinaron criterios asociados al tipo de consecuencia en función de la liberación de la sustancia peligrosa, así como la determinación del radio de afectación en función de la tolerabilidad para definir las zonas de alto riesgo y amortiguamiento, asimismo se determinaron criterios asociados a la mecánica de liberación de la sustancia.

De los resultados obtenidos, se concluye que el proceso que se evaluó y como consecuencia de los escenarios evaluados la instalación presenta un riesgo tolerable.

Aun así, se recomienda que se realice a cabalidad el programa de mantenimiento preventivo, se asegure la correcta aplicación de los procedimientos con los que cuenta la empresa y se mantenga la capacitación del personal encargado de las operaciones.

VI.5 RESUMEN EJECUTIVO

Vopak México. S.A. de C.V. va a incrementar la capacidad de almacenamiento de petrolíferos en sus instalaciones de Veracruz, Veracruz. El presente análisis es para la segunda etapa, Fase II.

Para incrementar su capacidad de almacenamiento se piensan construir Tres tanques de 8,270 m³ para el almacenamiento de diésel y seis tanques de 9,065 m³ para el almacenamiento de gasolina.

Para mejorar el despacho de los petrolíferos propiedad de sus clientes se añadirán cuatro nuevas bahías de carga, llenaderas.

Por tratarse de una segunda fase varios de los sistemas a utilizar ya han sido aprobados, mediante oficio ASEA/UGI/DGGPI/0468/2018 de fecha 22 de marzo de 2018, por lo que no son parte de este estudio.

Cabe recordar que las operaciones de Vopak son las de recibir el producto, almacenarlo y entregarlo, dentro de sus instalaciones, al propietario. Vopak no realiza ningún proceso sobre el producto recibido y únicamente realiza una operación unitaria, la de bombeo.

El petrolífero arriba al puerto de Veracruz en barco y las maniobras de atraque, conexión e inicio de bombeo ya fueron aprobados en la fase I, por lo que el inicio de este análisis parte del punto de interconexión.

Antes de iniciar el bombeo se procede al alineamiento de válvulas correspondiente, en el arreglo correspondiente a gasolina y cabezal correspondiente a diésel para diésel.

Una vez concluido el llenado el petrolífero queda en los tanques hasta que el propietario solicite retirar producto.

El retiro de producto se realiza por medio de auto tanques, para atender la demanda el proyecto incluye la instalación de cuatro nuevas bahías de carga.

Como inicio de este análisis se realizó una búsqueda en internet para conocer los incidentes o accidentes que han sucedido en instalaciones similares.

De la búsqueda se obtuvieron nueve resultados, la mayoría de ellos se referían a accidentes o incidentes originados por el sobrellenado de tanques durante el proceso de llenado o trasiego entre tanques.

Posteriormente se realizó un análisis con la metodología "Que pasa si...". Se eligió esta metodología debido a lo simple del proceso que se realiza en Vopak.

Como resultado se obtuvieron los posibles riesgos:

- Derrame en la bahía de carga de auto tanques
- Fuga en tanque
- Fuga en tuberías

De la aplicación del método "Que pasa si..." se realizó la jerarquización de los riesgos quedando de la siguiente manera:

Evento	Consecuencia (severidad)		
	1	2	3
Derrame en la bahía de carga de auto tanques	X		
Fuga en tanque		X	
Fuga en tuberías		X	

Posteriormente se plantearon los escenarios de riesgo posibles derivados de los riesgos detectados.

- Incendio de charco por derrame de producto por sobrellenado de tanques durante la operación de llenado
- Incendio de charco por fuga continúa de producto a través de un orificio de 1.25 cm Ø en alguna tubería o accesorio.
- Incendio por derrame de producto por sobrellenado de auto tanque durante la operación de carga de producto.

Se consideró un cuarto evento para las simulaciones, la creación de una BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) Expansión explosiva del vapor de un líquido en

ebullición, si bien este es un caso poco probable es el evento catastrófico que puede llegar a suceder.

Una vez identificados los escenarios de riesgo se procedió a aplicar el método de árbol de falla a los tres primeros eventos definidos.

Como resultado se obtuvo que el evento más probable sea un derrame en la bahía de carga de auto tanques, seguido por una fuga en tuberías o accesorios y finalmente el evento menos probable es la fuga de un tanque.

Este resultado resulta interesante ya que el evento menos probable es el que ha sido reportado más veces, probablemente debido a que el evento más probable no suele tener consecuencias al exterior de las instalaciones y no suele ser reportado.

Habiendo jerarquizado los riesgos y definidos los escenarios se realizó una simulación matemática utilizando el sistema SCRI fuego.

Los resultados mostraron que las fugas en tuberías y bahías de carga representan riesgos menores, la fuga en tanques presenta un riesgo mayor y finalmente una BLEVE es el riesgo mayor.

Al revisar el nivel integral de seguridad se observa que debido a la simplicidad del proceso la aplicación de los estándares y normas nacionales e internacionales aunados a los sistemas de protección que serán aplicados y a los procedimientos de Vopak no hay margen para implantar nuevos sistemas.

Como parte del análisis se realizó el análisis de las capas de protección, una vez más, la sencilla operación de Vopak Veracruz, la implantación de sistemas de seguridad y procedimientos operativos no arrojó recomendaciones importantes.

En conclusión, la terminal de Vopak Veracruz representa un riesgo tolerable y los efectos probables al exterior de la instalación quedan reducidos por la misma infraestructura de la instalación.

VI.6 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN EL ANÁLISIS DE RIESGO (ANEXOS).

Anexo 1	la Escritura 87,415, del libro 1,620, de fecha 25 de agosto de 2006, otorgada la fe del Lic. José Luis Quevedo Salceda, Titular de la Notaría número 99, que contiene el Acta de asamblea general extraordinaria de accionistas, en el que se acuerda el cambio de denominación a Vopak México, S.A. de C.V.
Anexo 2	Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de Vopak
Anexo 3	Poder notarial del representante legal, contenido en la Escritura Pública número 76,096, del libro número 1,592, de fecha 25 de enero de 2017, otorgado ante la fe del Licenciado Erik Namur Campesino, Notario Público número 94 del entonces Distrito Federal hoy Ciudad de México.
Anexo 4	IFE del representante legal, la C. Gabriela Fernández Gallegos
Anexo 5	Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de la Ciudadana Gabriela Fernández Gallegos
Anexo 6	Cedula profesional del responsable técnico
Anexo 7	CURP del responsable técnico
Anexo 8	Reportes de laboratorio acreditado, medición de tierras físicas. Proyecto general de distribución eléctrica y determinación de zonas de riesgo eléctrico.
Anexo 9	Dictamen de cumplimiento para la NOM-002-STPS-2010
Anexo 10	Planos del sistema contra incendio
Anexo 11	Hojas de seguridad de los materiales
Anexo 12	DTI's
Anexo 13	Autorizaciones con las que cuenta Vopak
Anexo 14	Resultado de las simulaciones
Anexo 15	Imágenes de los eventos
Anexo 16	Documentos de seguridad de Vopak

VI.7 BIBLIOGRAFÍA

- Agency, H. a. (2012). *The Report of the Buncefield Major Incident Investigation Board into the policy and procedures of the Health and Safety Executive's and the Environment Agency's role in regulating the activities on the Buncefield site under the COMAH Regulations*. London: The National Archives.
- ARIA (Analysis, R. a. (22 de 10 de 2011). *ARIA (Analysis, Research and Information on Accidents)*. Recuperado el 20 de 08 de 2018, de https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/wp-content/files_mf/FD_41148_Reichstett_2011_ang.pdf
- ARIA (Analysis, Research and Information on Accidents)*. (10 de 07 de 1991). Recuperado el 17 de 09 de 2018, de https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/fiche_detaillee/2914_en/?lang=en
- Board, N. T. (2004). *Storage Tank Explosion and Fire in Glenpool,*. Washington D.C.: National Transportation Safety Board.
- Board, U. C. (2009). *FINAL INVESTIGATION REPORT CARIBBEAN PETROLEUM TANK TERMINAL EXPLOSION AND MULTIPLE TANK FIRES*.
- José Luis Fuentes-Bargues, M. C.-C.-G. (30 de 06 de 2017). *International Journal of Environmental Research an Public Health*. Recuperado el 10 de 09 de 2018, de <https://www.mdpi.com/1660-4601/14/7/705>
- KOBAYASHI, M. (. (s.f.). *Asociation for the study of failure*. Recuperado el 23 de 7 de 2018, de <http://www.shippai.org/fkd/en/cfen/CC1300011.html>
- LEDBETTER, L. (07 de 01 de 1983). ONE DIES IN A NEWARK BLAST; EXPLOSION IS HEARD FOR MILES. *The Times*.
- mpicontraincendio.com*. (11 de 11 de 1996). Recuperado el 07 de 08 de 2018, de <http://www.mpicontraincendio.com/journal/>:
<http://www.mpicontraincendio.com/journal/juanico.html>
- Notimex. (03 de 04 de 2017). Suman ocho muertos por. *Excelsior*.