

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



**Elaboración de un Análisis de Riesgo durante la Fase de Ingeniería en una  
Terminal de Traslado**

Por:

**Luis Roberto Mora Alva**

MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2024

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

## UNIDAD LAGUNA

### DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

Elaboración de un Análisis de Riesgo durante la Fase de Ingeniería en una Terminal de Traspase

Por:


Luis Roberto Mora Alva

#### MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:


#### INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES

Aprobado por:

  
M. A. C. H. Rubi Muñoz Soto  
**Presidente**

  
Dr. José Luis Reyes Carrillo  
**Vocal**

  
Dr. Miguel Ángel Urbina Martínez  
**Vocal**

  
M.C. Samuel Ricardo Aguilar Noyola  
**Vocal suplente**

  
M.E. Javier López Hernández  
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México  
Junio 2024

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

**Elaboración de un Análisis de Riesgo durante la Fase de Ingeniería en una Terminal de Tránsito**

**Por:**

**Luis Roberto Mora Alva**

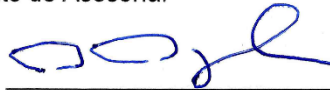
Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

**INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

Aprobado por el Comité de Asesoría:



M. A. C. H. Rubi Muñoz Soto  
**Asesor Principal**



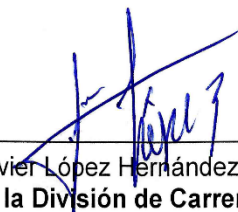
Dr. José Luis Reyes Carrillo Dr.  
**Coasesor**



Dr. Miguel Angel Urbina Martínez  
**Coasesor**



M.C. Samuel Ricardo Aguilar Noyola  
**Coasesor**



M.E. Javier López Hernández  
**Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas**



Torreón, Coahuila, México  
Junio 2024

## Índice

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	i
<b>DEDICATORIAS</b> .....	ii
<b>RESUMEN</b> .....	iii
<b>ABSTRAC</b> .....	iv
<b>1. EXPERIENCIA PROFESIONAL:</b> .....	1
<b>PROMOTOR DE SEGURIDAD VIAL – ZONA NORTE</b> .....	1
<b>JEFE DE SEGURIDAD INTEGRAL</b> .....	1
<b>COORDINADOR DE PREVENCIÓN DE RIESGOS</b> .....	2
<b>COORDINADOR DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL</b> .....	3
<b>TÉCNICO EN SEGURIDAD INDUSTRIAL</b> .....	3
<b>SUPERVISOR DE SEGURIDAD, HIGIENE Y ECOLOGÍA</b> .....	4
<b>SUPERVISOR DE SEGURIDAD INDUSTRIAL</b> .....	5
<b>SUPERVISOR DE PROYECTO</b> .....	5
<b>2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA</b> .....	7
<b>2.1 Terminal de Traslase de Nuevo Laredo (GAZOLE)</b> .....	7
<b>2.2 Misión:</b> .....	7
<b>2.3 Visión:</b> .....	8
<b>3. DESCRIPCION DEL PROYECTO DE LA INSTALACION DE TRASVASE</b> .....	9
<b>3.1 Marco Normativo</b> .....	11
<b>3.2 Estándares NFPA Aplicables para el Diseño de Seguridad     Contraincendios</b> .....	16
<b>3.3 Instalaciones</b> .....	17
<b>3.3.1 Función de la Instalación</b> .....	17
<b>3.3.2 Tipo de Proceso</b> .....	18
<b>3.3.3 Factor de servicio</b> .....	18
<b>3.3.4 Capacidad y Rendimiento</b> .....	18
<b>3.3.5 Flexibilidad</b> .....	18
<b>3.3.6 La Instalación Operara Bajo las Siguietes Condiciones Anormales</b> 18	
<b>3.3.7 Drenajes</b> .....	18
<b>3.3.8 Proyecto Civil</b> .....	19

3.3.9	Equipos.....	20
3.3.10	Medición y Control.....	21
3.3.11	Centro de Control de Motores (CCM) .....	22
<b>4.</b>	<b>TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS A LA TERMINAL DE TRASVASE POR CARROTANQUES Y AUTOTANQUES.....</b>	<b>25</b>
4.1	Ruta.....	25
4.2	Carrotanques .....	25
4.2.1	Características del carrotanque.....	26
4.2.2	Sistemas de Seguridad del Carrotanque.....	27
4.2.3	Acciones y Medidas para la Administración y Reducción de Riesgo del Carrotanque.....	27
4.3	Autotanques.....	28
4.3.1	Características del Autotanque.....	29
4.3.2	Sistemas de Seguridad del autotanque .....	29
4.3.3	Acciones y Medidas para la Administración y Reducción de Riesgo, del Autotanque .....	29
4.4	Camino .....	29
<b>5.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO .....</b>	<b>30</b>
5.1	Filosofía de Operación .....	31
5.2	Seguridad Operativa del Proceso .....	33
<b>6.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.....</b>	<b>34</b>
6.1	Localización .....	35
<b>7.</b>	<b>ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS .....</b>	<b>36</b>
7.1	Antecedentes de Accidentes e Incidentes de Proyectos e Instalaciones similares .....	36
<b>8.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS... 37</b>	<b>37</b>
8.1	Análisis cualitativo de Riesgo .....	37
8.2	Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos .....	37
8.3	Jerarquización de Escenarios de Riesgos .....	41
8.4	Clasificación de las Recomendaciones.....	44
8.5	Aplicación de la metodología de análisis propuesta.....	44
8.6	Análisis Detallado de Consecuencias .....	49
8.6.1	Radios Potenciales de Afectación.....	49
8.6.2	Características de PHAST (Process Hazard Analysis Software Tool)....	49

8.6.3 Consideraciones para la Simulación de Eventos de Riesgo.....	50
8.6.4 Definiciones en la Clave del Evento.....	51
8.6.5 Descripción de los Posibles Receptores de Riesgo.....	52
9. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.....	54
9.1 Sistemas de Seguridad .....	55
10. CONCLUSIÓN.....	56

## **AGRADECIMIENTOS**

**A MI ALMA TERRA MATER**, por ser la Institución que me abrió las puertas para poder culminar mis estudios.

**A MIS ASESORES**, Ing. Rubí Muñoz Soto, el Dr. José Luis Reyes Carrillo, por el apoyo incondicional que me brindaron durante el transcurso de mi proyecto, la paciencia, tiempo, el respeto y por cada conocimiento transmitido que crearon en mí una motivación más para mi formación como Ingeniero en Procesos Ambientales.

**A MIS MAESTROS** por esmerarse en compartir sus conocimientos para crear profesionistas responsables y con valores.

Gracias a mis maestros por haber elegido ser maestro, gracias a mis maestros por haberme enseñado tan bien y por haberme permitido desarrollarme como profesional.

## DEDICATORIAS

**A mis padres,** Roberto Mora Valdés y Ana Gabriela Alva Esparza por haberme concedido la vida, acompañarme y forjarme como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

¡Gracias!

**A mi hermana,** Brenda Elisa Mora Alva que con su amor me ha enseñado a salir adelante, gracias por su paciencia, por preocuparse siempre de mí, gracias por compartir su vida, pero, sobre todo, gracias por estar en momentos tan importantes y significativos de mi vida.

**A mi hijo,** Roberto De Jesús Mora De León por ser el motor de mi vida, por ser esa luz en mi vida que siempre me motiva a salir adelante y ser un buen ejemplo para él.

¡Te amo chaparro!



## RESUMEN

Se realizó el presente Análisis de Riesgos para documentar la identificación, evaluación y jerarquización de los riesgos en la fase de Ingeniería Básica Extendida, de una Terminal de Trasvase de Hidrocarburos que se construiría en el Parque Industrial Oradel, localizado en Nuevo Laredo Tamaulipas, con la finalidad de determinar los posibles escenarios de riesgo que se pudieran presentar durante las operaciones cotidianas de trasvase de hidrocarburos de carro tanque (carro de ferrocarril) a auto tanque (pipa), así como las salvaguardas y dispositivos de seguridad requeridos y las medidas de reducción de riesgo, para un operación segura.

La Terminal de Trasvase que habría de construirse, operara de conformidad con los requerimientos aplicables a todos los regulados con actividades conforme al artículo 3º. Fracción XI, de la Ley de Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del sector hidrocarburos, la Guía para la Elaboración de Análisis de Riesgos para el Sector Hidrocarburos, Normas Oficiales Mexicanas y Disposiciones Administrativas de Carácter General que establecen los lineamientos de la Agencia de Seguridad Energía y Ambiente (ASEA).

**Palabras clave:** Hidrocarburos, Riesgos, Análisis de Riesgos, HAZOP

## ABSTRAC

This Risk Analysis is carried out to document the identification, evaluation and prioritization of risks in the Extended Basic Engineering phase of a Hydrocarbon Transfer Terminal to be built in the Oradel Industrial Park, located in Nuevo Laredo Tamaulipas, with the purpose of determining the possible risk scenarios that could arise during the daily operations of transferring hydrocarbons from tank car (railroad car) to tank car (pipe), as well as the safeguards and safety devices required and the measures to reduce risks. risk, for a safe operation.

The Transfer Terminal will be built and operated in accordance with the requirements applicable to all those regulated with activities in accordance with article 3. Section XI, of the Law of the National Agency for Industrial Safety and Environmental Protection of the hydrocarbons sector, the Guide for the Preparation of Risk Analysis for the Hydrocarbons Sector, Official Mexican Standards and General Administrative Provisions that establish the guidelines of the Energy and Environment Security Agency (ASEA).

**Keywords:** Hydrocarbons, Risks, Risk analysis, HAZOP

## **1. EXPERIENCIA PROFESIONAL:**

### **PROMOTOR DE SEGURIDAD VIAL – ZONA NORTE**

#### *SIMSA DIVISIÓN TRANSPORTE*

- Inducción a operadores de nuevo ingreso.
- Capacitación mensual y trimestral de operadores.
- Campañas de prevención de seguridad vial
- Elaboración y difusión de material de apoyo para concientización en seguridad vial.
- Seguimiento a reportes por excesos de velocidad.
- Revisión de carpetas de documentos de unidades.
- Revisión de extintores de unidades.
- Revisiones en carretera.
- Supervisión de pruebas de alcoholimetría y doping.
- Monitoreo de unidades en plataformas digitales (MEXTRACK / DELTA GPS).

### **JEFE DE SEGURIDAD INTEGRAL**

#### *Q TRANSPORTES*

- Identificación de normatividad aplicable al centro de trabajo (STPS, PC).
- Supervisión de actividades de guardias intramuros e intercambistas.
- Elaboración e implementación de Políticas, procedimientos y controles documentales del departamento.
- Control de CCTV.
- Inducción a operadores de 5ta rueda en materia de Seguridad Vial.
- Supervisión de inspección de unidades en base a los 17 puntos de seguridad del C-TPAT.
- Atención a requerimientos en materia de seguridad por parte de los clientes.
- Atención de siniestros viales.
- Seguimiento a las actividades del departamento de rastreo satelital.

- Revisión mensual de extintores.
- Pago de infracciones de tránsito.
- Seguimiento a las actividades del departamento de control de equipo (Placas, Tarjetas de circulación, Pólizas de seguro, Verificaciones).

## **COORDINADOR DE PREVENCIÓN DE RIESGOS**

### *SOLISTICA - DS SALTILLO*

- Seguimiento a políticas, procedimientos y controles documentales del SIG (ISO 9001, 14001, 39001).
- Atención de auditorías internas y externas del SIG.
- Implementación y ejecución de acciones correctivas.
- Manejo de KPI's viales y no viales (incapacitantes).
- Inducción a personal de nuevo ingreso.
- Seguimiento al programa anual de capacitación.
- Atención de accidentes viales y no viales (incapacitantes).
- Análisis de accidentes viales y no viales (incapacitantes) Campañas de prevención de accidentes viales y no viales (incapacitantes).
- Platicas de seguridad.
- Seguimiento a jornadas de trabajo (horas de conducción).
- Seguimiento de hábitos de conducción (excesos de velocidad, aceleraciones súbitas, frenadas y vueltas bruscas).
- Monitoreo de unidades en plataformas GPRS.
- Auditorias en ruta. Coordinación de Comités de Seguridad (Comisión de Seguridad e Higiene, Prevención de Accidentes y Caminata de Seguridad).
- Seguimiento a cumplimiento normativo de los centros de trabajo asignados (STPS - Autogestión, PC, SEMARNAT, SCT, IMSS).
- Revisión mensual de extintores de unidades y centros de trabajo.
- Gestión de permisos municipales y estatales para la carga y descarga de mercancías.

- Pago de infracciones de tránsito municipales, estatales y federales.
- Pago de refrendos vehiculares.

## **COORDINADOR DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL**

### *TERMINAL DE TRASVASE DE NUEVO LAREDO*

- Identificación de normatividad aplicable al centro de trabajo (ASEA, SENER, STPS - Autogestión, PC).
- Seguimiento a la elaboración de MIA, AR, SASISOPA.
- Atención de inspecciones de PC, PEMEX y KANSAS CITY SOUTHERN DE MEXICO.
- Revisión y actualización de procedimientos de trabajos de alto riesgo (Corte y soldadura, Eléctricos).
- Control de contratistas.
- Revisión y autorización de permisos de trabajo y análisis seguros de trabajo.
- Inducción a personal de nuevo ingreso Coordinación de brigada de respuesta a emergencias.
- Comisión de Seguridad e Higiene.
- Revisión mensual de extintores.
- Entrega de Equipo de protección personal.

## **TÉCNICO EN SEGURIDAD INDUSTRIAL**

### *SIMSA DIVISIÓN TRANSPORTE*

- Seguimiento a políticas, procedimientos y controles documentales del SIG (ISO 9001).
- Atención de auditorías internas y externas del SIG.
- Atención de inspecciones por parte de la STPS y PC.
- Seguimiento a cumplimiento normativo de las bases operativas asignadas (STPS - Autogestión, PC, SEMARNAT).
- Seguimiento al programa anual de capacitación.
- Análisis de accidentes incapacitantes Reuniones de inicio de jornada.

- Platicas de seguridad.
- Comisión de Seguridad e Higiene.
- Supervisión del departamento de mantenimiento a instalaciones.
- Coordinación de brigada de respuesta a emergencias.
- Operación del sistema de alarmas, detectores de humo y red contra incendio.
- Revisión mensual de extintores.
- Entrega de Equipo de protección personal.
- Manejo de residuos peligrosos y residuos de manejo especial.
- Revisión y actualización de procedimientos de trabajos de alto riesgo (Corte y soldadura, Eléctricos, Espacios confinados).
- Control de contratistas.
- Revisión y autorización de permisos de trabajo y análisis seguros de trabajo.
- Supervisión en campo de trabajos de alto riesgo (Corte y soldadura, Eléctricos, Espacios confinados).
- Manejo de detectores de gases y sustancias peligrosas.

### **SUPERVISOR DE SEGURIDAD, HIGIENE Y ECOLOGÍA**

#### *PROYECTOS INDUSTRIALES Y DE CONSTRUCCIÓN CHÁVEZ – PROYECTO INDUSTRIAS LINAMAR*

- Elaboración de Permisos de trabajo y Análisis seguro de trabajo.
- Supervisión en campo de trabajos de alto riesgo (Corte y soldadura, Eléctricos).
- Entrega de Equipo de protección personal.
- Revisión de extintores.
- Revisión de las condiciones de seguridad de equipos y herramientas.
- Platicas de seguridad. Manejo de residuos.
-

## **SUPERVISOR DE SEGURIDAD INDUSTRIAL**

### **TRANSPORTES MANA**

- Identificación de normatividad aplicable al centro de trabajo (STPS).
- Pláticas de seguridad.
- Comisión de Seguridad e Higiene.
- Revisión mensual de extintores.
- Entrega de Equipo de Protección Personal.
- Manejo de Residuos Peligrosos.
- Supervisión en campo de trabajos de alto riesgo (Corte y soldadura, Eléctricos, Espacios confinados, Altura).

## **SUPERVISOR DE PROYECTO**

### *LUBRICANTES JUGUER – PROYECTO MINERA PEÑASQUITO*

- Atención de auditorías internas y externas con el cliente ISO 14001.
- Atención de inspecciones con el cliente de Industria limpia - PROFEPA.
- Supervisión de actividades operativas de los almacenes temporales de residuos peligrosos y residuos de manejo especial.
- Programación y logística de recolección de residuos mineros y contratistas.
- Pláticas de seguridad y medio ambiente.
- Control de bitácoras físicas y electrónicas de generación de residuos.
- Programación de embarques para la disposición final de residuos peligrosos.
- Brigada de respuesta a emergencias.

## **PRACTICANTE DE CONTROL AMBIENTAL**

### *FERTIREY – INDUSTRIAS PEÑOLES*

- Seguimiento a la implementación del SARI – ANIQ.
- Actualización de carpetas de procedimientos ambientales en áreas operativas.
- Participación en brigada de evacuación.

- Control de entradas y salidas de residuos peligrosos en el ATRP.
- Inducción en materia ambiental a personal contratista.
- Apoyo en elaboración de análisis de riesgo con la metodología HAZOP.
- Colocación de señalética de seguridad.
- Supervisión en campo de carga de auto tanques y cajas secas con ácido sulfúrico, bisulfito de amonio, sulfato de amonio estándar, sulfato de amonio granular y sulfato de amonio ultra soluble.



## **2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA**

### **2.1 Terminal de Trasvase de Nuevo Laredo (GAZOLE)**

Desde al año 2000, iniciamos operaciones en proyectos de vanguardia, a partir del año 2015 nace Gazole como una necesidad de nuestro grupo de compañías, viendo un futuro hacia la nueva reforma energética en nuestro país México.

Gazole es la empresa mexicana especializada en productos derivados de los hidrocarburos. Con equipo humano de gran experiencia.

Gazole y sus colaboradores se encargan de proveer hidrocarburos ya sean crudos o refinados a una parte importante de la industria mundial.

### **2.2 Misión:**

Generar soluciones de negocio para trascender y mejor entorno para las nuevas energías renovables.

Así mismo, que la calidad de nuestros productos y servicios, sea el resultado de una fuerza corporativa distribuida en valores que sustenten nuestro compromiso, tanto social como ambiental.

Aplicando en cada uno de nuestros objetivos los siguientes valores:

- Responsabilidad
- Calidad
- Innovación
- Puntualidad
- Compromiso
- Sustentabilidad

### **2.3 Visión:**

Gazole es una empresa global, comprometida con el medio ambiente y el entorno en que se desarrollan sus operaciones de hidrocarburos, consolidada como un modelo de negocio vanguardista y dinámico en la industria del petróleo, fuente de estabilidad y crecimiento para clientes, accionistas y colaboradores dentro del ramo de hidrocarburos.

Nuestra filosofía de trabajo nos exige ser una empresa social y ecológicamente responsable, con la sustentabilidad como eje de acción y comprometida con las personas y nuestro entorno.

A partir del 2019 iniciamos con la construcción para el servicio de trasvase y almacenamiento de logística de combustible al territorio mexicano.

Esta Terminal es para el servicio de P.M.I. (Pemex International), el cual importa combustibles hacia México.

Nuestra Terminal recibe producto a través de Trenes Unitarios, cargados de Diesel y Gasolina.

Nuestra Terminal consiste de 5 espuelas, las cuales se acomodan los vagones por medio de nuestro TrackMobile, el cual los guía hacia los patines de descarga, en donde se trasvasa el producto de Vagones de Ferrocarril hacia Pipas de PEMEX.

La terminal consiste en dos líneas de descarga, 1 de Diesel y 1 de Gasolina.

Con nuestra terminal, apoyamos al suministro de combustible a todas las estaciones de servicio de gasolina y diésel de la ciudad de Nuevo Laredo, Tamaulipas, además de las ciudades que las rodean, teniendo alcance los estados de Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila.

### 3. DESCRIPCION DEL PROYECTO DE LA INSTALACION DE TRASVASE

El proyecto consiste en el diseño y construcción de una instalación de Traspase de hidrocarburos de carros tanque a autos tanque para suministro a Terminales de Distribución de Pemex, en Nuevo Laredo, Tamaulipas, de acuerdo con las “Disposiciones Administrativas de Carácter General que Establecen los Lineamientos que se Deben Cumplir, en el Diseño, Construcción y Pre-arranque, Operación, Mantenimiento, Cierre, Desmantelamiento y Abandono, para las Instalaciones y Operaciones de Traspase, Asociadas a las Actividades de Transporte y/o Distribución de Hidrocarburos y Petrolíferos, por medio distintos a Ductos”, emitidas por la ASEA, con fecha 23 de Enero de 2019.

La finalidad de la Instalación es contribuir con el abasto de hidrocarburos en la zona fronteriza y norte del país. Los hidrocarburos serán transportados en carros tanque, en un tren unitario, desde Corpus Christi, Tx, a la Terminal de Traspase ubicada en el Parque industrial Oradel, donde los hidrocarburos, se descargarán de los carros tanques por medio de una instalación de traspase consistente en cabezales de descarga, bombeo, medición y carga a autotanques, para hacerlos llegar a los lugares que el cliente (Pemex) designe.

La Terminal de Traspase, con capacidad para albergar hasta 110 carros tanque; en la operación normal se recibirán trenes unitarios con 90 carros tanque, con capacidad por tren unitario de entre 65000 a 68000 barriles; esta tendrá una capacidad instalada para el traspase de hasta 14000 bls por día de hidrocarburos, consistentes en 14000 bls de gasolina o 14000 bls de diésel, o 14000 bls entre ambos.

NOMBRE	CAPACIDAD DE TRASVASE MÁXIMO (BPD)	ESTADO	ALMACENAMIENTO Y TRASVASE
Gasolina	14000	Líquido	Carrotanque-autotanque
Diesel	14000	Líquido	Carrotanque-autotanque

**TABLA 1. HIDROCARBUROS DE LA INSTALACIÓN DE TRASVASE**

Para el diseño de equipos e instalaciones que conformaran la Instalación de Traspase, se consideraron los estudios técnicos requeridos de acuerdo a las

mejores prácticas y requerimientos de la ingeniería con la finalidad de conocer las características del sitio y la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos, TABLA2.

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
<b>TEMPERATURA<sup>1</sup></b>		
ANUAL		
Máxima promedio	40	°C
Media promedio	38	°C
Mínima promedio	-2	°C
PROMEDIO <sup>1</sup>		
Promedio mínima	9	°C
Promedio diaria	34	°C
Promedio máxima	38	
MINIMA		
Punto de rocío	20	°c
HUMEDAD RELATIVA		
	60	%
ENERGIA		
Más resplandeciente onda corta incidente diaria promedio <sup>1</sup>	6.6	kwh
Más obscuro onda corta incidente diaria promedio <sup>1</sup>	4.2	kwh
VIENTO		
Dominante	SE-NO	-
Reinante	SSE-NNO	-
Máximo <sup>1</sup>	20.7	km/hr
Promedio <sup>1</sup>	17.1	km/hr
Mínimo <sup>1</sup>	13.5	km/hr
PRECIPITACION <sup>1</sup>		
Total promedio	64	mm
Mínima	16	mm
ATMOSFERA <sup>4</sup>		
Presión atmosférica	1010	hpa
Tipo	Industrial	N/A
SISMICIDAD <sup>2</sup>		
Zona	A	N/A
Tipo de suelo	II	N/A
Coefficiente sísmico	0.444	g
ELEVACION <sup>3</sup>		
Sobre el nivel del mar	144	metros
HIDROGRAFIA		
	RH 24 (Bravo-Conchos)	-
GEOMORFOLOGIA		
	llanura aluvial y lomerío	-
Fallas y fracturas	Escasa actividad estructural y tectónica.	
CLIMATOLOGIA		
	Cálido y semiárido	
clasificación <sup>1</sup>	BS0(h')(x'), según la clasificación de Köppen	-
EDAFOLOGIA		
	Xerosol y vertisol	
Geología		
Estratigrafía	Unidades sedimentarias de edades Terciarias en su mayoría lutitas y areniscas, que ocasionalmente son cubiertas por depósitos de origen aluvial del Cuaternario.	-
HUNDIMIENTOS		
	no existe presencia de peligro por hundimientos cársticos	

**TABLA 2 TABLA DE PARAMETROS GENERALES**

<sup>1</sup> <https://es.weatherspark.com/y/8191/Clima-promedio-en-Nuevo-Laredo-México-durante-todo-el-año>.

<sup>2</sup> Estudio de mecánica de suelos

<sup>3</sup> [https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/archive/nuevo-laredo\\_méxico\\_3522551?fcstlength=1y&year=2018&month=1](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/archive/nuevo-laredo_méxico_3522551?fcstlength=1y&year=2018&month=1)

<sup>4</sup> [https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/semana/el-campanario-y-oradel\\_m%C3%A9xico\\_8858202](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/pronostico/semana/el-campanario-y-oradel_m%C3%A9xico_8858202)

### 3.1 Marco Normativo

El marco normativo base, para el diseño de esta instalación está conformado por las normas técnicas y estándares internacionales normalmente aplicados para este tipo de instalaciones, así como los requerimientos normativos establecidos por las autoridades del ramo entre los que destacan:

NORMATIVA REGLAMENTO O DISPOSICIÓN	IMPACTO DE LA REGULACIÓN	MECANISMO DE REGULACIÓN	ETAPA(S) DEL PROYECTO DONDE APLICA
NOM-005-ASEA-2016.	Especifica los parámetros y requisitos técnicos mínimos de seguridad industrial y operativa, y protección ambiental que se deben de cumplir en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de estaciones de servicio para almacenamiento y expendio de gasolinas y diesel.	Establece características y/o especificaciones para las estaciones de servicio, con el objetivo de establecer las especificaciones, parámetros y requisitos técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa, y Protección Ambiental que se deban cumplir en el diseño, Abandono y cierre. Ambiental que se deben cumplir en el diseño, construcción, operación y mantenimiento de dichas estaciones que expenden, distribuyen o comercializan gasolina y diesel en el país, para proteger su integridad, la de la población, sus bienes y el medio ambiente.	Preparación y construcción del sitio; operación; abandono y cierre.
NOM-016-CRE-2016.	Especifica los parámetros de calidad de los petrolíferos, de acuerdo con los usos comerciales, nacionales e internacionales, en cada etapa de la cadena de producción y suministro de aquellos, en territorio nacional, incluyendo su importación.	Establece parámetros obligados de calidad de los petrolíferos, de acuerdo con los usos comerciales, nacionales e internacionales, en cada etapa de la cadena de producción y suministro de aquellos, en territorio nacional, incluyendo su importación. Esto permite una regulación clara de los contenidos, límites máximos de algunos componentes de los petrolíferos que pudiera ocasionar daños potenciales al ambiente, a las instalaciones o a la salud humana.	Operación.
NOM-EM-005-ASEA-2017.	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.	Mediante la publicación de los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial del Sector Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos a Plan 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.	Preparación y construcción del sitio; operación; abandono y cierre.

NORMATIVA REGLAMENTO O DISPOSICIÓN	IMPACTO DE LA REGULACIÓN	MECANISMO DE REGULACIÓN	ETAPA(S) DEL PROYECTO DONDE APLICA
		del Sector construcción; Hidrocarburos y determinar cuáles están sujetos. Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.	
NOM-002-SEMARNAT-1996.	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.	Mediante la publicación de medidas de referencia (Límites Máximos Permisibles; LMP), que sean un parámetro para los regulados, con la finalidad de monitorear los contaminantes que se estén vertiendo al alcantarillado, con la finalidad de no sobrepasarlos.	Preparación y construcción del sitio; Operación.
NOM-041-SEMARNAT-1999.	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, ya que éstos generan emisiones de gases de combustión a la atmósfera, por lo que es necesario prevenir y controlar dichas emisiones, para prevenir la contaminación atmosférica.	Mediante la publicación de medidas de referencia (Límites Máximos Permisibles; LMP), que sean un parámetro para los regulados, con la finalidad de monitorear los contaminantes que se estén vertiendo a la atmósfera por vehículos asociados al proyecto, que funcionen a gasolina, con la finalidad de no sobrepasarlos.	Preparación y construcción del sitio; Operación; Abandono y cierre.
NOM-045-SEMARNAT-1996.	Establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	Mediante la publicación de medidas de referencia (Límites Máximos Permisibles; LMP), que sean un parámetro para los regulados, con la finalidad de monitorear los contaminantes que se estén vertiendo a la atmósfera por vehículos asociados al proyecto, que funcionen a diésel, con la finalidad de no sobrepasarlos.	Preparación y construcción del sitio; Operación; Abandono y cierre.
NOM-052-SEMARNAT-1993.	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.	Mediante la publicación de las características, listado y límites de toxicidad, para diversos residuos peligrosos que pudieran asociarse al proyecto.	Preparación y construcción del sitio; Operación; Abandono y cierre.
NOM-059-SEMARNAT-2010.	Protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o	Mediante la publicación de especies de flora y/o fauna que estén en alguna categoría de riesgo, como referencia en caso de que se encuentren en alguna	Preparación y construcción del sitio; Operación; Abandono y

NORMATIVA REGLAMENTO O DISPOSICIÓN	IMPACTO DE LA REGULACIÓN	MECANISMO DE REGULACIÓN	ETAPA(S) DEL PROYECTO DONDE APLICA
	cambio- Lista de especies en riesgo.	de las etapas del proyecto.	cierre.
NOM-080-SEMARNAT-1994.	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	Mediante la publicación de medidas de referencia (Límites Máximos Permisibles; LMP), que sean un parámetro para los regulados, con la finalidad de monitorear las emisiones de ruido generado por el escape de los vehículos asociados al proyecto, con la finalidad de no sobrepasarlos.	Preparación y construcción del sitio; Operación; Abandono y cierre.
NOM-161-SEMARNAT-2011.	Establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Mediante la publicación de criterios, listados, elementos y procedimientos, para el manejo, transporte y/o disposición final de los Residuos de Manejo Especial que se generen en alguna de las etapas del proyecto.	Preparación y construcción del sitio; Operación; Abandono y cierre.
NOM-002-STPS-2010.	Determina las condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo, para impedir un fuego incipiente o connato de incendio, que pueda causar daños a la salud humana, al ambiente y/o a las instalaciones.	Mediante las especificaciones, categorización de riesgo de incendio y procedimientos de seguridad para los sistemas de combate al fuego, asociados al proyecto.	Preparación y construcción del sitio; Operación; Abandono y cierre.
NOM-004-STPS-1999.	Especifica los sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo, que permitirá establecer un referente mínimo de seguridad para prevenir fallos potenciales a la maquinaria y/o equipo, que puedan causar daños a la salud humana, al ambiente y/o a las instalaciones.	Mediante las especificaciones y requisitos mínimos de seguridad de la maquinaria y/o equipo asociados al proyecto, para prevenir accidentes que puedan causar daños a la salud humana, al ambiente y/o a las instalaciones.	Preparación y construcción del sitio; Operación; Abandono y cierre.
NOM-005-STPS-1998.	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas,	Mediante el establecimiento de condiciones mínimas de seguridad para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias	Preparación y construcción del sitio; Operación.

NORMATIVA REGLAMENTO O DISPOSICIÓN	IMPACTO DE LA REGULACIÓN	MECANISMO DE REGULACIÓN	ETAPA(S) DEL PROYECTO DONDE APLICA
	que permitirá una adecuada gestión de las sustancias químicas peligrosas, que puedan causar daños a la salud humana, al ambiente y/o a las instalaciones.	químicas peligrosas, asociadas al proyecto.	
NOM-017-STPS-2008.	Equipo de protección personal- Selección, uso y manejo en los centros de trabajo, que permitirá proporcionar equipos de protección individual a los trabajadores, para prevenir daños potenciales a su salud.	Mediante el establecimiento de un sistema de selección, uso y manejo de Equipo de Protección Personal, que impida daños a la salud de los trabajadores asociados al proyecto, en cualquiera de sus etapas.	Preparación y construcción del sitio; Operación; Abandono y cierre.
NOM-018-STPS-2015.	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo, que permitirá una adecuada y oportuna identificación de aquellas sustancias químicas capaces de causar daño al medio ambiente, la salud humana y/o las instalaciones.	Mediante un Sistema Globalmente Armonizado, que permita la identificación gráfica, documental y por Frases de Riesgo, que permitan una adecuada comunicación de peligros y riesgos de las sustancias químicas asociadas al proyecto, en cualquiera de sus etapas.	Preparación y construcción del sitio; Operación.
NOM-022-STPS-2015.	Electricidad estática en los centros de trabajo - condiciones de seguridad e higiene. Permitirá la instalación de sistemas de protección adecuados para el control de electricidad estática o atmosférica, que pudiera ser una fuente de ignición potencial para los combustibles almacenados.	Mediante las especificaciones mínimas necesarias de los sistemas de protección de electricidad estática y/o del atmosférica que pudieran actuar como fuentes Operación. potenciales de ignición para los combustibles manejados y/o almacenados.	Preparación y construcción del sitio; Operación;
NOM-026-STPS-2008.	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en Tuberías. Permite el aviso gráfico, oportuno y específico de los riesgos de las instalaciones en general y de tuberías con riesgos potenciales específicos en particular, capaces de causar daño al medio ambiente, la salud humana y/o las instalaciones.	Mediante las especificaciones y características mínimas necesarias de las señales y avisos de seguridad e higiene y los riesgos asociados a los fluidos sitio; conducidos por tuberías, en cualquiera de las etapas.	Preparación y construcción del sitio; operación; Abandono y cierre
NOM-028-STPS-2012	Sistema para la administración del trabajo-Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas.		



NORMATIVA REGLAMENTO O DISPOSICIÓN	IMPACTO DE LA REGULACIÓN	MECANISMO DE REGULACIÓN	ETAPA(S) DEL PROYECTO DONDE APLICA
NORMAS PARA CONSTRUCCION E INSTALACIONES - VIAS FERREAS - TERRACERIAS ESTRUCTURAS Y OBRAS DE DRENAJE PENDIENTE SCT-3.02.01,3.02.02-3.02.03	Permite la preparación de terracerías y/o drenajes que conlleven para la construcción de vías férreas.	Mediante las especificaciones y características mínimas necesarias de las señales y avisos de seguridad e higiene y los riesgos asociados a los fluidos conducidos por tuberías, en cualquiera de las etapas del proyecto.	Preparación y construcción del sitio; Operación;
REGLAMENTO DEL SERVICIO FERROVIARIO (DOF.15 -12-2011)	Permite dar mantenimiento preventivo y correctivo a las vías férreas en general.	Regular la construcción, conservación mantenimiento de las vías férreas que sean vías generales de comunicación, así como la prestación de los servicios ferroviarios que comprenden, la operación y explotación de las vías generales de comunicación ferroviaria, el servicio público de transporte ferroviario que en ellas opera, los servicios de interconexión y terminal los derechos de paso y derechos de arrastre obligatorios, así como los servicios auxiliares, conforme a la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario.	Preparación y construcción el sitio; Operación;
REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL ESTADO DE TAMAULIPAS.	Permite llevar a cabo los permisos de construcción de acuerdo a las condiciones propias del municipio y del estado de Tamaulipas.	Las disposiciones de este reglamento son de orden público e interés social, rigen en el Estado de Tamaulipas, debiendo sujetarse a las mismas las obras públicas y privadas que se ejecuten en terrenos de propiedad privada, pública, federal o ejidal, así como el uso, destino y reservas de los inmuebles de esta entidad federativa	Preparación y construcción el sitio; operación.

TABLA 3. NORMATIVIDAD

### 3.2 Estándares NFPA Aplicables para el Diseño de Seguridad Contraincendios

COMPONENTE/ SISTEMA	TITULO NFPA	DISEÑO	PRUEBA CALIFICACION/ PRUEBA ACEPTACION	INSPECCION/ PRUEBA DE CAMPO
Detección de incendios	Código nacional de alarmas y señales contraincendios.	NFPA 72		NFPA 72
Protección y supresión de incendios.	Estándar para la instalación de sistemas aspersores.	NFPA 13	NFPA13	
Protección y supresión de incendios	Estándar para la instalación de sistemas hidrantes y manueras.	NFPA14		
Protección y supresión de incendios	Estándar para sistemas fijos de agua por aspersión para la protección <a href="#">contraincendios</a> .	NFPA15		NFPA 15
Protección y supresión de incendios	Estándar para la instalación de aspersores de espuma-agua y sistemas de aspersión espuma agua.	NFPA 16	NFPA 16	NFPA 16
Protección y supresión de incendios	Estándar para la instalación de bombas estacionarias para la protección <a href="#">contraincendios</a> .	NFPA 20	NFPA 20	NFPA 20
Protección y supresión de incendios	Estándar para tanques de agua para protección privada contraincendios.	NFPA 22	NFPA 22	NFPA 22

### **3.3 Instalaciones**

Para la Instalación de Trasvase se tiene disponible un predio con 5 ha, la cual considera la siguiente distribución de áreas y la construcción de 2340 mts de vías ferroviarias:

1. Portón de Acceso y salidas.
2. Caseta de Control acceso de vehículos y personal.
3. Oficinas Administrativas.
4. Estacionamiento personal de trabajo.
5. Cobertizo Contra Incendio.
6. Tanque - Agua P/ Sistema C.I. (15 mil bls).
7. Área de llenado de pipas 2 Islas.
8. Peine de vías para Descarga y en espera de C/T.
9. Caseta Control de Salida.
10. Baño de operadores. (Exterior)
11. Casa de Bombas (Cobertizo).
12. Dos Cabezales para Succión de 12"Ø c/u.
13. Fosa Recuperadora de Hidrocarburos (API).
14. Vialidad de Asfalto para Acceso a vehículos.
15. Vialidad de Salida A/T. Concreto alta resistencia
16. Sub-estación eléctrica y C.C.M.
17. Salida de Emergencia.
18. Ruta para tránsito de Track Mobile
19. Vía Férrea para uso de Bad Order.
20. Plaza Cívica.
21. Línea de vapores y bomba de presión vacío.

#### **3.3.1 Función de la Instalación**

La instalación tendrá la función de trasvasar diésel y/o gasolina, de carrotanque a autotanque por medio de la Instalación de Trasvase, para su transporte a las Terminales de Distribución que el cliente (Pemex) designe.

### **3.3.2 Tipo de Proceso**

El proceso es por lotes (BATCH), consistente en la carga de autotanques, por medio de la Instalación de Traslase.

### **3.3.3 Factor de servicio**

La terminal operara durante 365 días al año, equivalente a un factor de servicio de 1.

### **3.3.4 Capacidad y Rendimiento**

La terminal tendrá una capacidad normal de 12,000 bpd de trasvase y de diseño de 14,000, obtenido a partir del Balance de Materia y Energía.

### **3.3.5 Flexibilidad**

- **Tipo de carga**

La terminal de trasvase recibirá gasolinas y diésel conforme las especificaciones de la NOM-016-CRE-2016.Especificacion de la Calidad de los Combustibles.

### **3.3.6 La Instalación Operara Bajo las Siguietes Condiciones Anormales**

- **Falla de energía eléctrica**

La instalación a falla de energía eléctrica no operara, por lo que se realizara el paro seguro de la misma, conforme a procedimiento.

- **Falla de aire de instrumentos**

No aplica

### **3.3.7 Drenajes**

La instalación de Traslase contara con drenaje sanitario conectado a una fosa séptica y el drenaje pluvial descarga a terreno natural.

Así mismo se contará con un drenaje Químico y aceitoso cuya función será captar los productos de posibles derrames, mismos que serán llevados a una fosa de recuperación.

### **3.3.8 Proyecto Civil**

#### **a) Estructuras de Concreto**

- **Fosas de Recuperación**

La planta contará con una fosa de recuperación de producto la cual captará cualquier escurrimiento que suceda dentro de la planta, lo separará del agua para así ser recuperado en la misma.

- **Cimentación de Concreto armado**
- **Losas de desplante de cuartos de Control y casetas de vigilancia**

#### **b) Estructuras de Acero**

- **Espuelas Ferroviarias**

Se construirá un total de 2712 mts. de vías; el riel será de calibre 115 lb, todas serán instalaciones nuevas. Dichas instalaciones tendrán la capacidad de albergar 110 carros.

Dentro del terreno de la terminal se construirá un grupo de vías en forma de "Peine" el cual contendrá 5 ramales o ejes en los cuales se posicionarán todos los carrotanques cada vez que llegue el tren. Cada eje tendrá la siguiente longitud:

1. Eje "A" longitud de 550 mts con capacidad para posicionar 27 carrotanques.
2. Eje "B" longitud de 510 mts con capacidad para posicionar 25 carrotanques
3. Eje "C" longitud de 460 mts con capacidad para posicionar 23 carrotanques
4. Eje "D" longitud de 420 mts con capacidad para posicionar 21 carrotanques.
5. Eje "E" longitud de 400 mts con capacidad para posicionar 20 carrotanques

- **Área de Descarga de Ferrocarril**

Se instalarán 2 cabezales con tubería AC de 12" Ø por 180 mts de longitud cada uno, un cabezal será para descargar gasolina Magna o gasolina Premium y tendrá la capacidad de conectar 10 carrotanques al mismo tiempo, para su descarga.

De manera similar el otro cabezal de 12" se utilizará para descargar Pemex Diesel y también tendrá la capacidad de conectar 10 carrotanques al mismo tiempo, para su descarga.

- **Cobertizo de Llenaderas.**

En este cobertizo se ubicarán las 2 islas de llenado de autotanques, albergando en la misma los 2 patines de medición con todos sus dispositivos de protección y seguridad para la carga de los mismos, así también contendrá un sistema de video vigilancia para monitorear todo el proceso de carga, un sistema de detección de mezcla explosiva y fuego en caso de ocurrir, y un sistema de contraincendio a base de hidrantes con agua y espuma en carretillas portátiles, en caso de su ocurrencia.

De igual manera cuenta con un sistema de drenaje aceitoso en el cual se va a verter cualquier derrame de producto que ocurra dentro de este cobertizo y lo va a conducir a una fosa donde se captará.

- a) Solicitaciones por viento: Se utilizó el Manual de Construcción de la CFE
- b) Solicitaciones por sismo: Se utilizó el Manual de Construcción de la CFE
- c) Pavimentos: En la zona de llenaderas se utilizará concreto hidráulico reforzado con  $f'c=250$ ,  $\text{kg/cm}^2$ , para la zona de vialidad se utilizará pavimento a base de asfalto.

### 3.3.9 Equipos

- **Motobombas para Trasvase**

Los cabezales de 12" arriba mencionados se interconectarán por medio de tuberías de 12" a la succión de 2 motobombas centrifugas marca griswold de 4x3" con capacidad de manejar 600 GPM, a una presión máxima de 7 Kg / $\text{cm}^2$ , cada una Impulsadas por un motor eléctrico de 60 H.P.

El arreglo de las dos bombas tendrá la capacidad de manejar los dos productos al mismo tiempo o cada una de ellas podrá manejar un producto de manera independiente e indistinta. Esto a través de un juego de válvulas operadas de manera automática en la descarga y de manera manual en el lado succión.

- **Motobomba de Contraincendio**

Es una bomba impulsada por un motor de combustión interna diésel, con HP=175 y Q=1750 GPM.

- **Bomba Jockey de Contraincendio**

Es una bomba impulsada por un motor eléctrico de 7.5 HP y Q=20 GPM

- **Compresor de Recuperación de Vapores**

Impulsado por un motor eléctrico, de 7.5 HP y 440 volts

- **Filtros**

Se instalarán filtros tipo canasta de 4" en cada uno de los patines de medición, así como a la succión de las bombas MTBA 01, MTBA 02.

### **3.3.10 Medición y Control**

- **Patines de medición para carga de autotanques.**

Con la finalidad de cuantificar los volúmenes trasvasados de carrotanques a autotanques de manera precisa, se instalaran 2 patines de medición los cuales contienen los equipos de medición e instrumentos necesarios para registrar en tiempo real cada una de las variables que intervienen en la cuantificación del volumen trasvasado, de acuerdo a las condiciones base de medición establecidas en nuestro país; como son, el medidor de volumen (Coriolis) y los instrumentos de medición de temperatura, presión y densidad. Así mismo cuentan con los aditamentos necesarios para poder calibrarse y verificarse en serie con otro medidor certificado de referencia.

De manera similar a la entrada de cada patín de medición se dispone de ambos productos (gasolina y diésel), pudiéndose seleccionar el producto que uno desee cargar.

Esto se logra a través de un juego de válvulas operadas de manera automática, en la entrada de estos.

Así también estos patines de medición cuentan con los dispositivos necesarios para efectuar la carga de manera segura, como son:

- **Brazo de carga:** con válvula de conexión a autotanque bajo regulación API, de alto sello.
- **Conexión a tierra:** del autotanque, la cual protege la carga del autotanque por cargas estáticas, suspendiendo la carga o no permitiéndola si el sistema de tierra del camión no funciona.
- **Dispositivo de sobrellenado,** los autotanques traen un dispositivo de sobrellenado el cual actúa al detectar que el autotanque llega al nivel de sobrellenado establecido, actuando de manera automática sobre el sistema de carga, suspendiendo la carga al darse este evento.
- **Línea y conexión de recuperación de vapores.** Una vez posicionado el autotanque en la isla de llenado, se conectará mediante una manguera y válvula API a la línea disponible en el patín de medición para recuperar los vapores del autotanque durante su proceso de llenado. Enviando estos vapores al interior de los carrotanques.

### 3.3.11 Centro de Control de Motores (CCM)

#### a) Sistema eléctrico.

La alimentación eléctrica a la terminal vendrá de CFE, en un voltaje de alimentación de 34.5 KVA, se instalará una subestación eléctrica donde se colocará un sistema de cuchillas de interrupción un transformador de 300 KVA de 34.5 a 480 V y de ahí se alimentará a un CCM, desde donde se distribuirá la alimentación eléctrica a toda la planta.



- **Descripción del sistema de tierras y apartarrayos**

Diseñado bajo la NOM-001-SEDE-2012, estará constituido con cable de cobre desnudo calibre 4/0 AWG en perímetro y en conexiones a equipos calibre 2AWG. El sistema de Tierras Anexo cubre las siguientes áreas:

- Área de descarga, para aterrizar cada uno de los carrotanques que entren al proceso de descarga.
- Área de Bombeo, se aterrizarán cada uno de los equipos de bombeo.
- Área de Llenaderas, se aterrizarán cada uno de los patines de medición, así como cada uno de los autotanques que entren al proceso de carga.
- Área de CCM y Subestación, se aterrizarán cada uno de los equipos de control y medición.

- **Clasificación de áreas eléctricas**

Se consideró para la clasificación de áreas la NOM-001-SEDE-2012 Art. 500, para clase 1 División 1

### **3.3.12 Proyecto de Sistema Contra incendio**

El sistema de seguridad y contra incendio de la Terminal de Trasvase tendrá como propósito principal minimizar el riesgo y reducir los efectos el caso de presentarse alguna fuga, derrame u otro accidente con hidrocarburos.

Para contrarrestar eventos y consecuencias, la planta contará con un sistema contra incendio el cual estará soportado por un tanque de agua con capacidad de 15,000 bls., una motobomba de contra incendio con capacidad de 1,750 GPM y una red de contra incendio de 8" /6" /4" con monitores para agua y espuma, distribuidos de manera estratégica para atender cualquier evento.

La instalación de los sistemas de protección contra incendio por agua y espuma, además de cumplir los requerimientos del código NFPA 30 vigente.

DISPOSITIVO	CANTIDAD	UBICACION
Hidrante monitor	9	Área de descarga y llenaderas
Válvula manual	13	Red General C.I
Extintuidor carretilla	2	Área de llenaderas
Extintuidor de Polvo químico seco	2	CCM
Extintuidor de Polvo químico seco	2	Cuarto de Control
Equipo de respiración autónoma	2	Área Contraincendio

### COMPONENTES DE LA RED CONTRAINCENDIO

Los detectores de mezcla explosiva y fuego (gas and fire) estarán localizados estratégicamente en los puntos requeridos, de acuerdo a los resultados del análisis de Riesgo.

Los detectores de mezcla explosiva y fuego estarán calibrados en su límite interior de explosividad.

La selección, instalación, uso y mantenimiento de detectores para humo, gas y fuego deben cumplir con la normatividad nacional e internacional vigente como los códigos: IEC 60079 parte 29-2, ISO 7240 partes 7, 9, 10, 16 y 19 vigentes, equivalentes o aquellos que los sustituyan. Cuando la instalación del detector sea para operar en áreas clasificadas, éste debe ser intrínsecamente seguro y cumplir con el código IEC 60079 parte 11, vigente, equivalente o aquel que lo sustituya.

DISPOSITIVO	CANTIDAD	TAG	UBICACION	RANGO DE CALIBRACION	NORMA
Detector de mezcla explosiva	21	DM-01 DM-02 DM-03 DM-04 DM-05 DM-06 DM-07 DM-08 DM-09 DM-10 DM-11 DM-12 DM-13 DM-14 DM-15 DM-16 DM-17 DM-18 DM-19 DM-20 DM-21	Área de llenaderas Área de Bombeo Área de descarga de Carrotanques	0-100 Set point=20%	API 2031
Detector de fuego	10	DF-01 DF-02 DF-03 DF-04 DF-05 DF-06 DF-07 DF-08 DF-09 DF-10	Área de llenaderas Área de Bombeo Área de descarga de Carrotanques		NFPA72E

### ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DETECCION CONTINUA

## 4. TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS A LA TERMINAL DE TRASVASE POR CARROTANQUES Y AUTOTANQUES

### 4.1 Ruta

Los hidrocarburos se transportarán por tren unitario desde Corpus Cristhi, Tx, hasta la Terminal de Trasvase ubicada en el parque industrial Oradel, Nuevo Laredo, México, recorriendo así una distancia de 16 km desde la frontera, por la Red Ferroviaria de Kansas City Southern México.

En la Terminal de Trasvase se construirán un total de 2,712 mts de vías, en forma de peine, el cual contendrá 5 ejes o ramales, Tabla 10, en donde se posicionarán todos los carrotanques para descargar por medio de bombeo hasta autotanques, cada vez que llegue el tren unitario.

Dichas instalaciones tendrán la capacidad de albergar hasta 110 carrotanques.

No.	EJES	LONGITUD (metros)	CAPACIDAD DE POSICIONAMIENTO (carrostanque)
1	A	550	27
2	B	510	25
3	C	460	23
4	D	420	21
5	E	400	20

### DISTRIBUCIÓN DEL PEINE FERROVIARIO

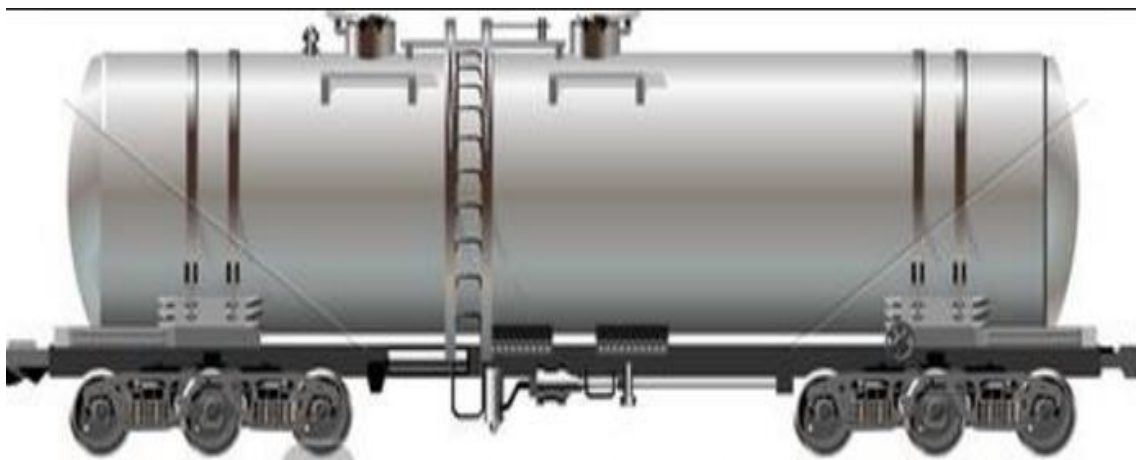
### 4.2 Carrotanques

Los carrotanques son toneles montados en una plataforma de ferrocarril para transportar hidrocarburos, su diseño cumple con lo dispuesto en la norma DOT 111 A100W1 y su presión es atmosférica. Los carros tanque no presurizados (también llamados carros tanque de “servicio en general” o “baja presión” en la Guía de Respuesta a Emergencias 2016).

Los carros tanque no presurizados más comunes que se utilizan hoy en día son Clase-111 y Clase AAR-211. Los carros tanque Clase-111 fabricados en acero al carbón o aleación de acero (inoxidable) deben tener un espesor mínimo de coraza de 7/16 pulgada, mientras que los fabricados en aluminio deben tener un espesor mínimo de coraza de 1/2 pulgada (presión de prueba del tanque de 60

psi) o 5/8 de pulgada (presión de prueba del tanque de 100 psi). Sin importar el material de construcción, los carros tanque Clase-111 con una presión de prueba del tanque de 60 psi deben tener una presión de ruptura mínima de 240 psi, mientras que aquéllos con una presión de prueba del tanque de 100 psi deben tener una presión de ruptura mínima de 500 psi.

### CARROTANQUE



#### 4.2.1 Características del carrotanque

De acuerdo a información del fabricante, cada Carrotanque tiene un peso bruto muerto y el peso del producto incluido es de 286,000 libras, equivalente a 129,850 kg. Cada C/T tiene una longitud de 60 ft, equivalente a 18.3 mts; es decir, los 20 C/T abarcaran un total de 366 mts.

Los carrotanques trasportaran gasolinas o diésel en estado líquido a Temperatura y Presión atmosférica para mayor referencia véase la hoja de datos de las sustancias, los carrotanques tienen una capacidad para albergar hasta 700 barriles de hidrocarburo, y cuenta con una válvula de alivio calibrada a 165 psi. El llenado máximo de estos tanques es de 90%.

El largo de este es de 18.3 mts, se observa también que la anchura del vagón es de 3 metros y alto de 4.72 metros

#### **4.2.2 Sistemas de Seguridad del Carrotanque**

Los carros tanque están equipados con diferentes dispositivos y sistemas de seguridad que protegen al tanque y los accesorios contra daños durante accidentes o impactos severos. Estos dispositivos y sistemas de seguridad son:

- a) Dispositivos de Alivio de Presión (DAP).
- b) Sistemas de retención vertical de acoplador (acopladores de doble concha),
- c) Sistemas de resistencia a la perforación en la cabeza del tanque (escudos),
- d) Sistemas de protección térmica (contra incendios),
- e) Equipo de servicio (dispositivos de carga, descarga, venteo, seguridad, calentamiento y medición), y
- f) Sistemas de protección.

#### **4.2.3 Acciones y Medidas para la Administración y Reducción de Riesgo del Carrotanque**

La terminal de trasvase Oradel cuenta con un sistema de administración y reducción de Riesgo consistente en:

- a) Paro de emergencia de bombeo y válvula de cierre rápido; (sistema de botón de paro de emergencia)
- b) Sistema de tierra física y protección contra descargas atmosféricas;
- c) Iluminación;
- d) Señalización;
- e) Equipamiento disponible en caso de derrames, fugas o salpicaduras a personal (regadera y lavaojos);
- f) Protección térmica en tuberías de Productos en caso de combustibles calientes;
- g) Medios para mantener la presión atmosférica del Carro-tanque mientras se realiza la operación de Recepción y Entrega;
- h) Instalar sistemas que eviten el movimiento del Carro-tanque una vez posicionado en las áreas de Recepción y Entrega;

- i) Las mangueras especiales deben fabricarse de materiales resistentes a líquidos inflamables y combustibles, cuando se utilice cable trenzado como refuerzo, dicho cable debe estar fabricado de materiales resistentes a la corrosión como el acero inoxidable. Deben mantener la marca de fábrica de acuerdo al fluido que maneja;
- j) La conexión de tuberías y mangueras debe tener la capacidad de resistir una presión de prueba de 1.5 veces la presión del Diseño del sistema al cual se encuentra integrada;
- k) Cámara de expansión en Carro-tanques para llenado seguro;
- l) Instalación de un sistema por sobrepresión en la descarga, y
- m) Sistema de gas y fuego.

### 4.3 Autotanques

Los autotanques son vehículos formado por un tractor con motor de combustión interna y un tanque o tonel, donde se almacena producto para ser transportado, su diseño cumple con lo dispuesto en la norma NOM- 012-SCT-2-2017.



**AUTOTANQUE**

### 4.3.1 Características del Autotanque

Cada Autotanque en configuración T3-S2-R3 de conformidad con la NOM-012-SCT-2-2017.

Tiene un peso bruto muerto aproximado con el producto incluido de 63 Ton, equivalente a 63,000 kg.

AUTOTANQUE	PESO BRUTO MUERTO (KGS)	PESO CON PRODUCTO (KGS)	LONGITUD POR SEMIREMOLQUE (METROS)	ANCHO (METROS)	ALTO (METROS)	TIPO DE CAMINO	NUMERO DE EJES	NUMERO DE LLANTAS
T3-S2-R3	16000	63,000	13	2.6	4.25	ET Y A	8	30

**CARACTERISTICAS AUTOTANQUE**

### 4.3.2 Sistemas de Seguridad del autotanque

Los autotanques como medidas de seguridad cuentan con:

- a) Válvulas de alivio
- b) Válvulas de sobrellenado
- c) Válvula de recuperadora de vapores
- d) Válvula de presión-vacío
- e) Conexión a tierras

### 4.3.3 Acciones y Medidas para la Administración y Reducción de Riesgo, del Autotanque

La terminal de Trasvase, aplicará un procedimiento de Inspección del estado mecánico tanto del tractor como del tonel y de los elementos de seguridad de cada uno de los autotanques que entran a la terminal.

## 4.4 Camino

Los autotanques estarán habilitados para moverse en caminos tipo ET/A, para el acceso a la Instalación, el camino será diseñado para soportar una carga de 5

autotanques dobles articulados, es decir, de 5 X 63,000 kg. = 315,000 kg o bien 315 Ton.

El Camino de salida tendrá capacidad para cuatro (4) autotanques dobles articulados, es decir, de 5 X 63,000 kg. = 315,000 kg o bien 315 Ton.

## 5. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

La terminal de Trasvase está diseñada para trasvasar 14000 bpd de hidrocarburos, pudiendo ser 100% de gasolina o 100% diésel o una combinación de ambos. Los cuales llegarán por ferrocarril procedentes de Corpus Christi, Tx y serán transvasados por medio de bombeo a autotanques, con la finalidad de ser distribuidos a las Estaciones de despacho, designadas por el cliente.

Debido a que la única actividad que se llevara a cabo es la de trasvase y no existe proceso de producción o manufactura, no existen materias primas, productos o subproductos.

Es importante mencionar que no se tendrá almacenamiento, únicamente se considera el tiempo que permanecen los hidrocarburos en los carros tanques y hasta que se realiza el vaciado a los autotanques.

SUSTANCIA	TEMPERATURA °c	VISCOCIDAD cP	GRAVEDAD ESPECIFICA
Diesel	32	1.2-4.1	0.835
Gasolina	32	0.4	0.72

### CONDICIONES DE OPERACIÓN LAS SUSTANCIAS EN LA TERMINAL DE TRASVASE

Adicionalmente se contará con suministro de agua y energía eléctrica para el funcionamiento y operación adecuada de la Terminal de Trasvase.

NOMBRE	CONSUMO /CAPACIDAD	TIPO DE ALMACENAMIENTO	USO EN TERMINAL
Agua contraincendio	15000 bls	Tanque	Red contraincendio
Agua de servicios	Disponible	Tanque o cisterna	Servicios
Energía Eléctrica	34.5KVA	-	Servicios



## SUMINISTROS ADICIONALES

### 5.1 Filosofía de Operación

Una vez que se presenta el operador del autotanque en la Terminal se verifica su programa en el sistema, una vez confirmado y ratificado su programa de carga, este inicia el proceso administrativo siguiente:

1. Revisión de condiciones de la unidad
  - a) Estado de llantas de la unidad.
  - b) Estado de funcionamiento del sistema de tierra.
  - c) Estado de funcionamiento del sistema de sobrellenado.
  - d) Estado de funcionamiento del sistema de paro de la unidad al deshabilitar cualquier dispositivo de seguridad y acoplamiento de mangueras de llenado.
  - e) Revisión de contenido de remanentes de producto en tanque.
2. Posterior a esto pasa a revisión de documentos y emisión de folio de carga.
3. Posterior a esto pasa a islas de llenado
4. Una vez posicionado el operador con su unidad en la isla de carga asignada, este procede colocar calzas al camión, conectar mangueras de suministro de producto y de recuperación de vapores, así como conectar la línea de tierra (GSI 66,67) y sobrellenado (LIC- 64).
5. Hecho esto el operador del autotanque se coloca en el computador de flujo e ingresa su folio asignado para posteriormente dar "start" en el mismo para así iniciar en proceso de llenado del autotanque.
6. En este momento el computador de flujo (LCU-49 ,71) indica al PLC de proceso, iniciar la rampa de llenado de la unidad; al mismo tiempo indica a la válvula de control de flujo posicionarse para bajo flujo. (establecido)
7. En el momento que el PLC de proceso recibe la señal de inicio de llenado, este indica al variador de la bomba activar el motor a la velocidad indicada en la lógica operativa en el PLC.

8. Una vez que el computador de flujo (LCU 49 o 71) alcanza el volumen mínimo establecido en la rampa de llenado, este le indica al PLC de proceso, elevar el ritmo de llenado. Y al mismo tiempo indica a la válvula de control de flujo posicionarse a su segunda posición de control.
9. Una vez que el PLC de proceso recibe esta señal, este indica al variador del motor de la bomba elevar la velocidad del motor para alcanzar el ritmo de llenado establecido, en este punto se alcanza el máximo ritmo de llenado del autotanque.
10. Una vez que el computador de flujo del patín de medición, alcanza el volumen prestablecido, alto de la rampa de llenado, este lo comunica la PLC y este a su vez le indica al variador de velocidad de la bomba de llenado el posicionarse a baja velocidad para concluir el bajo ritmo de llenado.
11. Una vez que el computador de flujo del patín contabiliza el volumen total de carga del autotanque este lo comunica al PLC de proceso y este a su vez manda el paro total de la bomba de carga de autotanque.
12. De manera paralela el computador de flujo del patín (LCU 49 o 71) le informa al DEARMAN todos los datos del volumen de combustible cargado al autotanque. Como son volumen Bruto, volumen Neto, presión de carga, temperatura del producto, densidad del producto.
13. Con toda esta información el DEARMAN hace las correcciones del volumen a condiciones base establecidas y determina el volumen corregido entregado al cliente. Estos datos se los pasa DEARMAN a Pemex de manera automática y este emite la factura para su cliente, remitiéndola de manera automática a la Terminal para que ahí se imprima y sea entregada al transportista.

Una vez concluido todo este proceso de carga de producto en autotanque, este queda registrado en el Sistema DEARMAN para ser contabilizado en el balance del día.

## 5.2 Seguridad Operativa del Proceso

- **Seguridad en conexión y desconexión de carrotanques.**

Se instalarán y usarán conexiones rápidas normadas por API hechas a expreso para este tipo de conexionado. Este tipo de conexión no permiten fugas en el momento de su conexión como desconexión, haciéndolas muy seguras en su uso.

Este tipo de conexiones cuentan con válvulas API las cuales son complementarias al tipo de válvula API que traen los carrotanques, al ser acopladas su sellado es hermético y las aperturas de la misma se da únicamente cuando el conexionado se ha efectuado correctamente.

- **Seguridad en conexión y desconexión de autotanques.**

Se usarán brazos de carga normados por API los cuales cuentan con un sistema de rotulas cero fugas y en su acoplamiento a los autotanques cuentan con válvulas API las cuales son complementarias al tipo de válvula API que traen los autotanques, al ser acopladas su sellado es hermético y la apertura de la misma se da únicamente cuando el conexionado se ha efectuado correctamente.

Lo mismo ocurre en su desconexión, esta no se da si la válvula no se encuentra cerrada totalmente.

- **Seguridad del proceso.**

De acuerdo con la curva de desempeño de la bomba esta no desarrolla más de 7 Kg/cm<sup>2</sup> a su máximo flujo, sin embargo, con la finalidad de proteger más el proceso se instalará una válvula de control de presión entre la succión y descarga de bombas, la cual actuará al llegar a una presión de 5 Kg/cm<sup>2</sup>, derivando el producto de descarga a succión hasta que se haya normalizado el proceso.

Como una capa más de protección se instalará una válvula de alivio la cual se activará al desarrollarse una presión de 6 Kg/cm<sup>2</sup> en el sistema, la cual derivará el producto excedente a la succión de bomba.

En el proceso de carga de autotanques también existen dispositivos que hacen que sea seguro este evento, estos son los siguientes:

**Patín de medición.** - controlado por un computador de flujo (microload) y un PLC, efectuando toda la lógica operativa de carga de manera automática, controlando

bombas y la válvula de control de flujo del patín de acuerdo a los límites establecidos para cada paso de la rampa del proceso de carga.

**El autotanke** cuenta con dispositivos de sobre nivel, conexionado a tierra y recuperación de vapores; los cuales son conectados al patín durante toda la fase de carga del autotanke, los cuales pasan a ser parte del conexionado del patín en lo que es lógicas operativas, suspendiendo el proceso de carga del autotanke al actuarse cualquiera de estos dispositivos o detectar algún mal funcionamiento de los mismos.

- **Sistema de detección de Gas y Fuego.**

Con respecto a la seguridad, se instalará un sistema de detección de gas y fuego, el cual, a través de un sistema de PLC, controlará todos los dispositivos de detección de fuego y mezcla explosiva que se instalen dentro de la planta, este tablero se instalará dentro del cuarto de control del operador donde en caso de activarse algún dispositivo anunciará de manera audible y visible cualquier alarma.

Este monitoreo se llevará a cabo en las áreas más vulnerables como son:

- **Cobertizo de islas de llenado.** - donde se instalarán monitores de mezcla explosiva, fuego y cámaras de video para supervisar el proceso de carga.
- **Área de bombeo.** - donde se instalarán monitores de mezcla explosiva, fuego.
- **Área de estacionamiento de trenes.** - donde se instalarán monitores de mezcla explosiva, fuego y cámaras de video.

## 6. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

El Municipio de Nuevo Laredo ubicado al norte del estado de Tamaulipas, cuenta con una extensión de 1,334.02 km<sup>2</sup>, que representan el 2.08% de la superficie total del estado y colinda al norte y al oeste con Estados Unidos de Norteamérica, al sur con el estado de Nuevo León y al oeste con el mismo estado.

De acuerdo a la información del gobierno del estado de Tamaulipas <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/9936/Tamaulipas.pdf> el parque Industrial Oradel en Nuevo Laredo, es uno de los 45 parques industriales con los que cuenta el estado, permite a esta ciudad fronteriza ubicarse estratégicamente en un centro de distribución y da la oportunidad a los negocios de innovación y tecnología.

### 6.1 Localización

La construcción de la Terminal de Trasvase y Suministro, en el municipio de nuevo Laredo se ubicará dentro del Parque Industrial Oradel, en el lote M-III-L1.1; la ubicación de dicho parque es en ORADEL INDUSTRIAL CENTER con dirección en boulevard World Trade Center # 101 poniente C.P: 88285 en Nuevo Laredo Tamaulipas, México.



#### UBICACION DE LA TERMINAL

La Terminal de Trasvase se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas geográficas:

MAGNITUD	
Latitud Norte	27° 29'13.41" N
Longitud Oeste	99° 36'50.92
Altitud sobre el Nivel del Mar	144 m

## COORDENADAS GEOGRAFICAS DE LA TERMINAL DE TRASVASE

La Terminal de Traspase presenta las siguientes colindancias:

<b>Al norte</b>	Terreno baldío
<b>Al sur</b>	Terreno baldío
<b>Al oeste</b>	Carretera federal y vías férreas
<b>Al este</b>	Terreno baldío

### COOLINDANCIAS DE LA TERMINAL DE TRASVASE

## 7. ANALISIS PRELIMINAR DE PELIGROS

Para la Identificación Preliminar de Peligros, en la Fase de ingeniería de la Terminal de Traspase, se ha considerado una metodología, que permita la identificación exhaustiva de peligros.

El método consiste en evaluar las características, propiedades fisicoquímicas y condiciones de los hidrocarburos manejados (gasolina y diésel), el proceso y operaciones involucradas para la actividad de Traspase de carrotanque a autotanque, considerando las salvaguardas y las protecciones y medidas de seguridad.

### 7.1 Antecedentes de Accidentes e Incidentes de Proyectos e Instalaciones similares

Se presentan registros de accidentes e incidentes, en donde se involucraron sustancias como el diésel y la gasolina, en instalación similares, a la del proyecto de la Instalación de Traspase, por lo que las causas en estos accidentes se toman en cuenta para nuestro estudio.

NO.	AÑO	CIUDAD Y/O PAÍS	INSTALACIÓN	SUSTANCIA(S) INVOLUCRADA(S)	EVENTO O CAUSA DEL ACCIDENTE O INCIDENTE	NIVEL DE AFECTACIÓN (PERSONAL, POBLACIÓN, MEDIO AMBIENTE, ENTRE OTROS)	ACCIONES REALIZADAS PARA SU ATENCIÓN
1	2011	Texas, Estados Unidos	Adamson's Inc.	Diésel y gasolina	Explosión e incendio. Acumulación de electricidad estática debido a factores ambientales y un mal procedimiento operacional	Afectación de personal: un muerto y un herido	-
2	2017	Ohio, Estados Unidos	Coles Energy Inc.	Diésel	Explosión debida a temperaturas elevadas durante maniobras de transferencia de combustible de un autotanque a otro.	Afectación de personal: un fallecido	-
3	2017	Salamanca, Guanajuato, México	TAD de la refinería Ing. Antonio M. Amor de Salamanca	Gasolina	Explosión debida a corto circuito durante maniobras de carga de pipas con combustible.	Afectación de personal: ocho muertos Afectación poblacional: cierre en circulación vial	Actuación de elementos de seguridad de PEMEX, Protección Civil municipal, Bomberos y el Ejército
4	2017	San Martín Texmelucan, Puebla, México	Complejo Petroquímico Independencia de PEMEX	Diésel	Accidente con derrame de combustible durante maniobras de acomodo de carrotanques	Afectación de personal: un fallecido Afectación material: daños a carrotanques, pérdida de producción	Activación de protocolos internos de PEMEX

## 8. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGOS

### 8.1 Análisis cualitativo de Riesgo

Para la identificación de los peligros existentes en la Instalación se empleará la metodología Hazop, la cual es de carácter cualitativo ya que permite establecer los peligros por medio de desviaciones de las intenciones originales del diseño al combinar las palabras guía de la metodología, con las variables significativas del proceso.

### 8.2 Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos

Se empleó la técnica de Análisis de Peligros y Operabilidad (HAZOP, del inglés Hazards and Operability) para identificar y analizar los peligros en la Terminal de Trasvase, ubicada en el Parque Industrial Oradel.

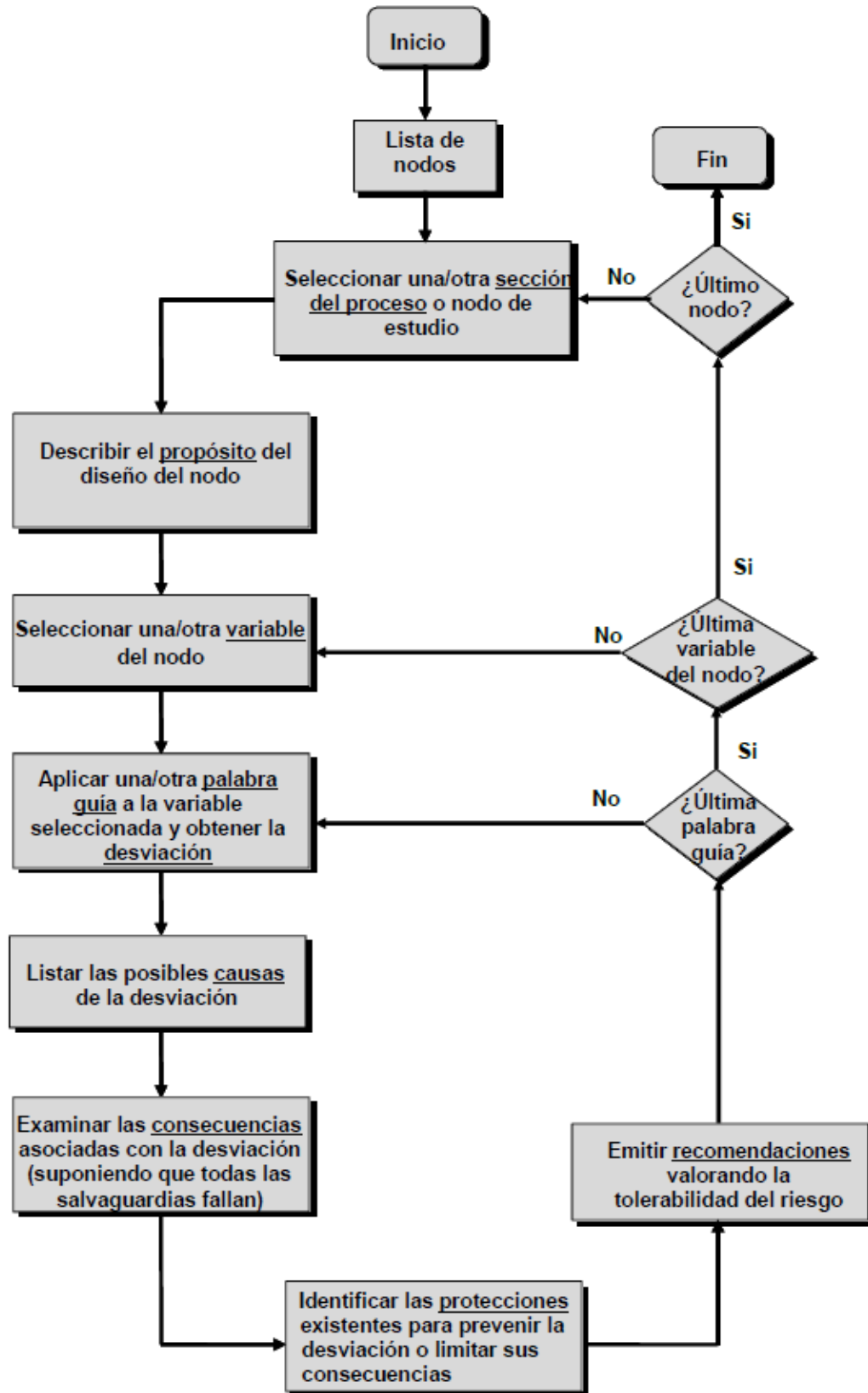
HAZOP es un método estructurado y sistemático que parte de la segmentación o nodalización de un sistema con el objetivo de identificar peligros potenciales y

problemas operativos; en particular para identificar las causas y sus implicaciones.

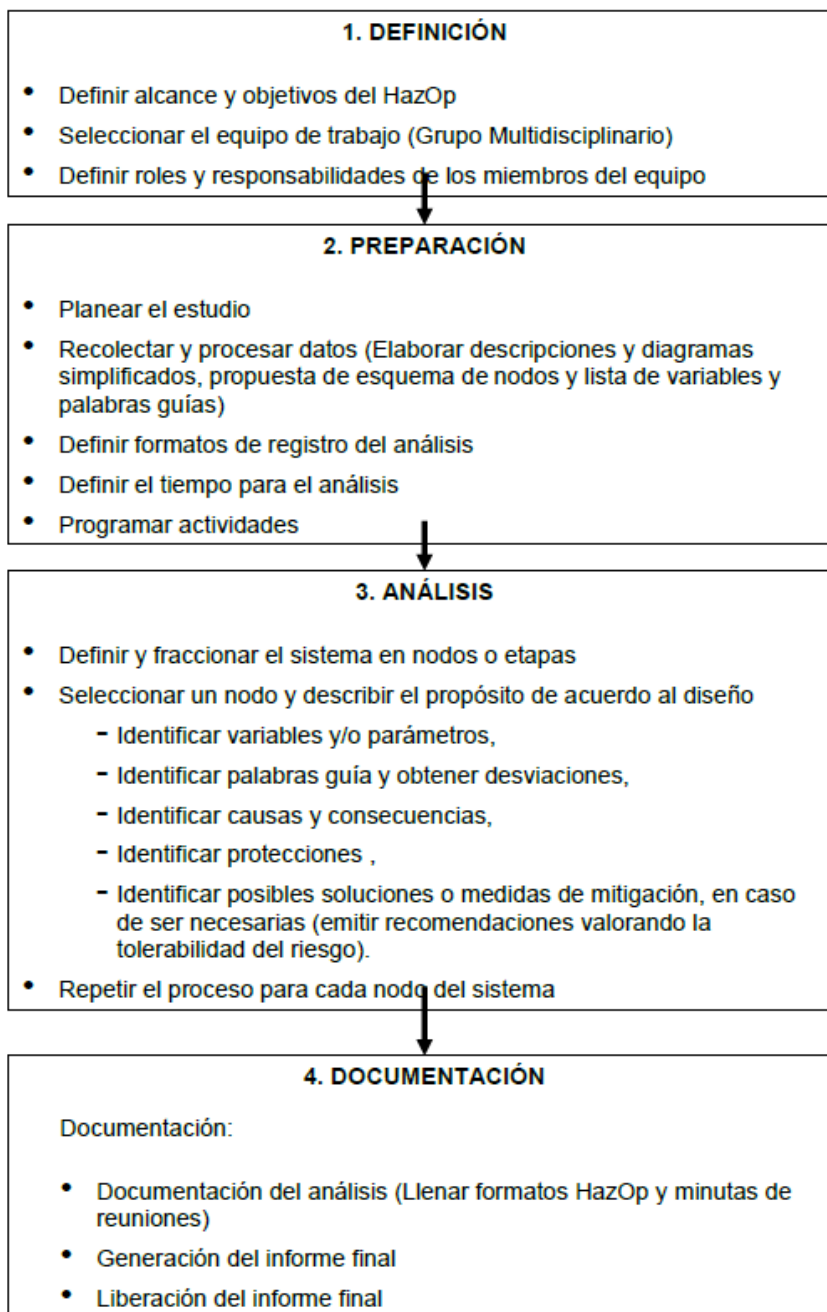
El desarrollo del método resulta en un proceso creativo que mediante el uso de palabras guía identifica desviaciones de la intención del diseño de un sistema y sus procedimientos, las causas y consecuencias de dichas desviaciones, los sistemas de protección instalados para reducir la probabilidad de las causas o la magnitud de las consecuencias y se hacen recomendaciones para minimizar el riesgo según sean necesarias.

El análisis se realiza bajo la guía de un líder entrenado y con experiencia en la aplicación de la metodología. La documentación del análisis la realiza una persona designada como secretario. Las sesiones de análisis se ejecutan con la participación de especialistas de diversas disciplinas con habilidades apropiadas y experiencia, quienes deben poseer buenos juicios y ser intuitivos. El análisis de cada nodo del sistema se desarrolla según la secuencia ilustrada en la siguiente imagen.





Se seleccionó HAZOP porque es el método utilizado más ampliamente para complementar las instrumentaciones de seguridad en un proceso determinado. El objetivo del método HAZOP es identificar los eventos en un sistema que puedan desviar las operaciones hacia una condición insegura. En términos generales, el procedimiento que se sigue para completar el análisis es el siguiente:



### 8.3 Jerarquización de Escenarios de Riesgos

La jerarquización de riesgos se realizó tomando como referencia las categorías de frecuencia, las categorías de consecuencias, así como sus correspondientes matrices de riesgo, señaladas en el documento “Guías Técnicas para Realizar Análisis de Riesgo de Proceso”, Clave: 800-16400-DCO-GT-75, emitidas por la Dirección Corporativa de Operaciones de Petróleos Mexicanos.

En las siguientes tablas se muestran las categorías de frecuencia, las categorías de consecuencias, y en la imagen se muestran las matrices de riesgo mediante las cuales se calificaron los eventos analizados mediante HAZOP.

CLASIFICACIÓN	TIPO	DESCRIPCIÓN DE LA FRECUENCIA DE OCURRENCIA
6	Muy Frecuente	Ocurre una o más veces por año
5	Frecuente	Ocurre una vez en un periodo entre 1 y 3 años
4	Poco frecuente	Ocurre una vez en un periodo entre 3 y 5 años
3	Raro	Ocurre una vez en un periodo entre 5 y 10 años
2	Muy raro	Ocurre solamente una vez en la vida útil de la planta.
1	Extremadamente raro	Evento que es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro.

#### CATEGORIAS DE FRECUENCIA PARA APLICACION EN HAZOP

CATEGORÍA	DAÑOS AL PERSONAL	EFEECTO EN LA POBLACIÓN	IMPACTO AMBIENTAL	PÉRDIDA DE PRODUCCIÓN [MILLONES DE USD]	DAÑOS A LA INSTALACIÓN [MILLONES DE USD]
6	Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 15 fatalidades	Heridas o daños físicos que pueden resultar en más de 100 fatalidades	Fuga o derrame externo que no se pueda controlar en una semana	Mayor de 50	Mayor de 50
5	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 4 a 15 fatalidades	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 15 a 100 fatalidades	Fuga o derrame externo que se pueda controlar en una semana	De 15 a 50	De 15 a 50
4	Heridas o daños físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades	Heridas o daños físicos que pueden resultar de 4 a 15 fatalidades	Fuga o derrame externo que se pueda controlar en un día	De 5 a 15	De 5 a 15
3	Heridas o daños físicos que generan incapacidad médica	Heridas o daños físicos que pueden resultar en hasta 3 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización a gran escala.	Fuga o derrame externo que se pueda controlar en algunas horas	De 0.500 a 5	De 0.500 a 5
2	Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios	Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios. Evento que requiere de evacuación. Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar	Fuga o derrame externo que se pueda controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar)	De 0.250 a 0.500	De 0.250 a 0.500
1	No se esperan heridas o daños físicos	No se esperan heridas o daños físicos. Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles	No hay fuga o derrame externo	Hasta 0.250	Hasta 0.250

### CATEGORIAS DE CONSECUENCIA PARA APLICACION HAZOP

**Consecuencia**

	1	2	3	4	5	6
6	C	B	A	A	A	A
5	C	B	B	A	A	A
4	C	C	B	A	A	A
3	C	C	B	A	A	A
2	C	C	C	B	B	A
1	C	C	C	C	B	B

Frecuencia/año

**Consecuencia**

	1	2	3	4	5	6
6	C	B	A	A	A	A
5	C	B	A	A	A	A
4	C	B	A	A	A	A
3	C	B	A	A	A	A
2	C	B	A	A	A	A
1	C	C	B	A	A	A

Frecuencia/año

**Daños al personal**

**Daños a la población**

**Consecuencia**

	1	2	3	4	5	6
6	C	B	A	A	A	A
5	C	B	B	A	A	A
4	C	B	B	B	A	A
3	C	C	C	B	A	A
2	C	C	C	C	B	A
1	C	C	C	C	C	B

Frecuencia/año

**Consecuencia**

	1	2	3	4	5	6
6	B	B	A	A	A	A
5	C	B	B	A	A	A
4	C	C	B	B	A	A
3	C	C	C	B	B	A
2	C	C	C	C	B	A
1	C	C	C	C	C	B

Frecuencia/año

**Impacto Ambiental**

**Daños a la instalación/producción**

## 8.4 Clasificación de las Recomendaciones.

Las recomendaciones se clasifican de acuerdo al nivel de riesgo encontrado y basado en la matriz de riesgos y se efectúa como sigue:

REGIÓN DE RIESGO	DESCRIPCIÓN
No tolerable "A"	<b>Región de Riesgo No Tolerable "A"</b> (región "roja"): Los riesgos de este tipo deben provocar acciones inmediatas para implantar las recomendaciones generadas en el análisis de riesgos. El costo no debe ser una limitación y el hacer nada no es una opción aceptable. Estos riesgos representan situaciones de emergencia y deben establecerse <b>Controles Temporales Inmediatos</b> . Las acciones deben reducirlos a una región de Riesgo ALARP y en el mejor de los casos, hasta riesgo tolerable.
ALARP "B"	<b>Región de Riesgo ALARP "B"</b> (As Low As Reasonably Practicable - Tan bajo como sea razonablemente práctico), (región "amarilla"): Los riesgos que se ubiquen en esta región deben estudiarse a detalle mediante análisis de tipo costo-beneficio para que pueda tomarse una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implanten recomendaciones que permitan reducirlos a la región de riesgo tolerable.
Tolerable "C"	<b>Región de Riesgo Tolerable "C"</b> (región "verde"): El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo. Se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables.

## 8.5 Aplicación de la metodología de análisis propuesta

Para el desarrollo del análisis se revisó la información del diseño de la Terminal de Trasvase, documentado en:

- Manual de Operación.
- Diagramas de Flujo de Proceso.
- Balances de materia y energía.
- Planos de localización general.

- Diagramas de Tubería e Instrumentación.
- Hojas de seguridad de las sustancias presentes en el proceso de la Terminal de Trasvase.
- Hojas de datos de los equipos.
- Sistemas de control.
- Sistemas de seguridad.

Después de la revisión de la información, se desarrolló el análisis de la Terminal de Trasvase, en los periodos comprendidos del 06 al 07 de mayo de 2019 y 11 de junio de 2019, involucrando las actividades de análisis de peligros, jerarquización de los escenarios detectados, determinación de recomendaciones y observaciones resultantes de la aplicación de HazOp, y planteamiento de los escenarios de eventos a simular para cuantificar los efectos de fuga, derrame, incendio y/o explosión.

Como ya se señaló la Terminal de Trasvase está constituida por 21 áreas generales, el proceso de trasvase desde la descarga de los carrotanques hasta el llenado de los autotanques, se dividió en 5 nodos, por línea de proceso más uno para el sistema de recuperación de vapores, dando como resultado un total de 11 nodos a estudiar.

NUMERO DE NODO	NODO
1.	CONEXIÓN DE CARRO TANQUE A CABEZAL DE DESCARGA GASOLINA
2.	CABEZAL A SUCCIÓN DE LA BOMBA GASOLINA
3.	BOMBA AL PATIN DE MEDICIÓN GASOLINA
4.	PATIN DE MEDICIÓN GASOLINA

5.	CONEXIÓN DEL PATÍN DE MEDICION AL AUTOTANQUE. INCLUYE AUTOTANQUE
6.	RETORNO DE VAPORES GASOLINA POR MEDIO DE COMPRESOR C1
7.	CONEXION DE CARRO TANQUE A CABEZAL DE DESCARGA DIESEL
8.	CABEZAL A SUCCIÓN DE LA BOMBA DIESEL
9.	BOMBA AL PATIN DE MEDICIÓN DIESEL
10.	PATIN DE MEDICIÓN DIESEL
11.	CONEXIÓN AL AUTOTANQUE/BRAZO DE CARGA DIESEL



En la siguiente tabla se presenta la jerarquización de riesgo, categorizada por receptores, de las desviaciones planteadas para el proceso de la Terminal de Traslase.

		Consecuencia					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	19	2	-	-	-	-
	5	32	2	-	-	-	-
	4	22	3	-	-	-	-
	3	27	9	-	-	-	-
	2	35	48	2	-	-	-
	1	3	6	2	-	-	-

Daños al personal

		Consecuencia					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	21	-	-	-	-	-
	5	34	-	-	-	-	-
	4	25	-	-	-	-	-
	3	36	-	-	-	-	-
	2	85	-	-	-	-	-
	1	11	-	-	-	-	-

Daños a la población

		Consecuencia					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	18	3	-	-	-	-
	5	32	2	-	-	-	-
	4	16	9	-	-	-	-
	3	26	10	-	-	-	-
	2	26	59	-	-	-	-
	1	1	9	1	-	-	-

Impacto Ambiental

		Consecuencia					
		1	2	3	4	5	6
Frecuencia/año	6	21	-	-	-	-	-
	5	34	-	-	-	-	-
	4	25	-	-	-	-	-
	3	36	-	-	-	-	-
	2	85	-	-	-	-	-
	1	3	7	1	-	-	-

Daños a la instalación/producción

### JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS DE LA TERMINAL

En la siguiente tabla se enlistan los escenarios máximos probables de riesgo, asociados con las categorías B de la jerarquización anterior.

NO.	CLAVE DEL ESCENARIO(1)	NOMBRE DEL ESCENARIO	HAZOP(2)	NODO	TIPO	SUSTANCIA INVOLUCRADA
1	FRA-TT-NLM-CMP-01	Fuga de gasolina por falla en el empaque del filtro en línea de 4 pulgadas en la succión de las bombas	2,1,1,1 2,4,1,1	Cabezal a succión de la bomba gasolina.	Filtro	Gasolina
2	FRA-TT-NLM-CMP-02	Fuga de diesel por falla en el empaque del filtro en línea de 4 pulgadas en la succión de las bombas	8,2,1,1	Cabezal a succión de la bomba diesel.	Filtro	Diésel
3	FRA-TT-NLM-CMP-03	Fuga de gasolina por falla de sello en bombas	3,1,1,1 3,2,1,5 3,3,1,3 3,3,2,1 3,3,2,2 3,3,3,3 3,3,3,4 3,4,1,1	Bomba al patín de medición gasolina.	Bomba	Gasolina
4	FRA-TT-NLM-CMP-04	Fuga de diesel por falla de sello en bombas	9,1,1,1 9,2,1,1 9,3,1,5 9,4,1,3 9,4,2,3	Bomba al patín de medición diesel.	Bomba	Diesel
5	FRA-TT-NLM-CMP-05	Fuga de gasolina en empaque del patín de medición	4,1,1,2 4,3,1,1 4,3,1,2	Patín de medición gasolina	Tubería	Gasolina
6	FRA-TT-NLM-CMP-06	Fuga de diesel en empaque del patín de medición	10,1,1,2	Patín de medición diesel.	Tubería	Diesel
7	FRA-TT-NLM-CMP-07	Fuga de gasolina por desconexión de brazo de carga o ruptura del brazo de carga.	5,1,1,3	Conexión del patín de medición al auto tanque. Incluye auto tanque.	Brazo de carga	Gasolina
8	FRA-TT-NLM-CMP-08	Fuga de diesel por desconexión de brazo de carga o ruptura del brazo de carga.	11,1,1,3	Conexión al auto tanque/brazo de carga diesel.	Brazo de carga	Diesel
9	FRA-TT-NLM-PC-01	Ruptura de la conexión de 4" (manguera) de descarga de CT a cabezal de alimentación / O falla en el sello de la conexión API (Gasolina)	1,1,1,5 1,1,1,7	Conexión de carro tanque a cabezal de descarga gasolina.	Carro-Tanque	Gasolina
10	FRA-TT-NLM-PC-02	Ruptura de la conexión de 4" (manguera) de descarga de CT a cabezal de alimentación / O falla en el sello de la conexión API. (Diesel)	7,2,1,1 7,2,1,2 7,4,1,1	Conexión de carro tanque a cabezal de descarga diesel.	Carro-Tanque	Diesel

1) FRA=FLETES ROMO DE ALLENDE; TT=TERMINAL DE TRASVASE;NLM=NUEVO LAREDO MEXICO; CMP=CASO MAS PROBABLE; PC=PEOR CASO  
2) NODO.DESVIACIÓN,CAUSA,CONSECUENCIA

### ESCENARIOS MÁXIMOS PROBABLES DE RIESGO

## **8.6 Análisis Detallado de Consecuencias**

### **8.6.1 Radios Potenciales de Afectación**

La siguiente etapa del análisis de riesgo consistió en el Análisis de Consecuencias de los eventos representativos identificados. En esta etapa se calcularon los daños producidos por los eventos catastróficos de interés, por ejemplo, en una explosión el daño se puede determinar por la sobrepresión que se genera; en un incendio por el nivel de radiación y en una nube tóxica la concentración a la que se encuentra expuesto un receptor dado.

Para calcular sobrepresión, radiación y concentración se utilizan simuladores que toman como datos de entrada las características fisicoquímicas del material liberado, las condiciones meteorológicas presentes y las distancias de edificios, equipos o áreas que pudieran ser potencialmente afectadas por el Evento Catastrófico.

### **8.6.2 Características de PHAST (Process Hazard Analysis Software Tool)**

Para la simulación de eventos de riesgo y la estimación de sus consecuencias se utilizó el simulador PHAST versión 7.1. Este programa presenta las siguientes ventajas:

- Los casos se definen a partir del escenario de accidentes en condiciones predeterminadas.
- La estimación de fugas se realiza mediante parámetros hidráulicos.
- Modelación de la dispersión en tres dimensiones.
- Resultados gráficos completos.
- Utilización simultánea de hasta seis condiciones atmosféricas / meteorológicas diferentes.
- Incluye los siguientes efectos:

- Descarga.
- Extensión y evaporación de derrames.
- Dispersión de vapores y gases tóxicos.
- BLEVE (Boiling Liquid Expansion Vapor Explosion).
- Llamada (Flash fire).
- Explosión de vapores no confinada.
- Incendio de chorro (Jet fire).
- Incendio de charco (Pool fire).

En el caso de las dispersiones, considera automáticamente el modelo más apropiado para cada etapa de la dispersión.

### **8.6.3 Consideraciones para la Simulación de Eventos de Riesgo**

El planteamiento de los escenarios para el análisis de las consecuencias de la Terminal de Tránsito Ubicada en el Parque Industrial Oradel, en Nuevo Laredo Tamaulipas, México, se estableció de acuerdo con las siguientes premisas:

1. Los escenarios de riesgo surgieron de la jerarquización de riesgos resultante del análisis HazOp.
2. Los escenarios son representativos primordialmente por la magnitud de sus consecuencias.
3. Se consideraron las condiciones meteorológicas promedio del sitio.
4. Las tasas de descarga se calcularon con el simulador PHAST 7.1.
5. Se caracterizaron las sustancias, con un simulador de Procesos.
6. La estimación de los diámetros equivalentes de fuga y los inventarios de fuga o derrame se realizó con el software y según los procedimientos

establecidos en “Guidelines for Consequence Analysis of Chemical Releases” de la AICHE, marzo 12 de 1999 y se indican en la tabla 45.

7. Se estimó un tiempo de 3 minutos, para que los sistemas de seguridad actúen.
8. Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, se utilizaron los parámetros que se indican en la Tabla 46.
9. Los límites de exposición descritos en el punto anterior se definen por la manifestación de sus efectos, según lo indicado en la Tabla 47.
10. Los escenarios se documentaron en los formatos de simulación acorde a la Guía de Análisis de riesgos para el Sector Hidrocarburos emitida por la ASEA.

#### 8.6.4 Definiciones en la Clave del Evento

CLAVE	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
NT	Nube tóxica	En los casos en que una fuga de material tóxico no sea detectada y controlada a tiempo, se corre el riesgo de la formación de una nube (pluma) de gas tóxico que se dispersará en dirección del viento. Su concentración variará en función inversa a la distancia que recorra. Los efectos tóxicos por exposición a estos materiales, dependen de la concentración del material en el aire y de su toxicidad. Para calcular la zona de riesgo IDLH se usa un tiempo de <u>promediación</u> de 30 minutos y para calcular la zona de amortiguamiento TLV-15 se usa un tiempo de <u>promediación</u> de 15 minutos.
CHOF	Chorro de fuego (Jet Fire en inglés)	Si un gas inflamable licuado o comprimido es descargado de un tanque de almacenamiento o de una tubería, el material descargado a través de un orificio o ruptura formaría una descarga a presión del tipo chorro, el cual se mezcla con el aire. Si el material entra en contacto con una fuente de ignición, ignita y entonces ocurre un chorro de fuego.
FLA	Flamazo (Flash Fire en inglés)	Cuando un gas o líquido inflamable con punto de inflamación bajo, es descargado a la atmósfera, se forma una nube de gas y se dispersa. Si el vapor resultante se encuentra con un punto de ignición antes de que la dilución de la nube sea menor al límite inferior de explosividad, ocurre el flamazo. Las consecuencias primarias de un flamazo son las radiaciones térmicas generadas durante el proceso de combustión. Este proceso de combustión tiene una corta duración, los daños son de baja intensidad y en ocasiones provocan un chorro de fuego en el punto de escape. En el simulador PHAST, se asegura que los flamazos matan a aquellos dentro de la envolvente de la flama, pero no a aquellos fuera de ella.
EXP	Explosión	Una explosión es una descarga de energía que causa un cambio transitorio en la densidad, presión y velocidad del aire alrededor del punto de descarga de energía. Existen explosiones físicas, que son aquellas que se originan de un fenómeno estrictamente físico como una ruptura de un tanque presurizado o un BLEVE. El otro tipo de explosiones se denominan confinadas, las cuales tienen su origen en reacciones químicas que ocurren en el interior de recipientes y edificios. En el simulador PHAST hay dos tipos de explosiones, explosión temprana y tardía. La explosión temprana depende de las probabilidades de ignición temprana definidas en los parámetros del Árbol de Eventos. La explosión tardía se calcula cada 10 metros del punto de fuga.
CHAF	Charco de fuego (Pool Fire en inglés)	Cuando un líquido inflamable o combustible se fuga o derrama, se puede formar un charco. Al estar formándose este charco, parte del líquido en la superficie alcanza su punto de inflamación y comienza a evaporarse. Si la nube que se forma con estos vapores alcanza un punto de ignición, ocurre una explosión, provoca el incendio del charco y en ocasiones un chorro de fuego en el punto de escape. En algunos casos, el simulador PHAST obtiene dos valores de charco de fuego, los cuales denomina Charco de fuego temprano ( <u>Early Pool Fire</u> ) y Charco de fuego tardío ( <u>Late Pool Fire</u> ). El charco de fuego temprano ocurre cuando el balance de masa es estable; esto significa que la velocidad de flujo másico al charco es igual a la cantidad de material que se pierde por combustión. El charco de fuego tardío ocurre cuando el charco tiene su tamaño máximo (diámetro).

### 8.6.5 Descripción de los Posibles Receptores de Riesgo

CLAVE DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO DE RIESGO	RECEPTORES DE RIESGO	SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PREVENTIVAS (IDENTIFICADAS EN SESIONES DE TRABAJO)
FRA-TT-NLM- CMP-01	<p>Personal: 2-Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios</p> <p>Población:1-No se esperan heridas o daños físicos. Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles.</p> <p>Ambiente:2- Fuga o derrame externo que se pueda controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar)</p> <p>Producción/ Instalación: 1- Pérdida en producción hasta 0.25 MUSD.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INTERRUPTOR POR BAJA PRESION EN LA BOMBA PIT 12</li> <li>• INDICADOR TRANSMISOR DE PRESION DIFERENCIAL PDIT-41 PDIT43</li> <li>• RED DE CONTRAINCENDIO</li> </ul>
FRA-TT-NLM- CMP-02	<p>Personal: 2-Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios</p> <p>Población:1-No se esperan heridas o daños físicos. Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles.</p> <p>Ambiente:2- Fuga o derrame externo que se pueda controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar)</p> <p>Producción/ Instalación: 1- Pérdida en producción hasta 0.25 MUSD.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VALVULA DE RELEVO TERMICO</li> <li>• ESPECIFICACION DE DISEÑO CONFORME A NORMATIVIDAD VIGENTE</li> <li>• FOSA DE RECUPERACION API</li> <li>• RED DE CONTRAINCENDIO</li> </ul>
FRA-TT-NLM- CMP-03	<p>Personal: 2-Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios</p> <p>Población:1-No se esperan heridas o daños físicos. Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles.</p> <p>Ambiente:2- Fuga o derrame externo que se pueda controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar)</p> <p>Producción/ Instalación: 1- Pérdida en producción hasta 0.25 MUSD.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIQUE DE CONTENCIÓN EN BOMBA</li> <li>• FOSA DE RECUPERACION API</li> <li>• INTERRUPTOR BAJA PRESION EN LA BOMBA PIT14</li> <li>• MEDIDOR DE PRESION DIFERENCIAL PDIT41, PDIT43</li> <li>• MEDIDOR DE MEZCLA EXPLOSIVA</li> <li>• RED DE CONTRAINCENDIO</li> </ul>
FRA-TT-NLM- CMP-04	<p>Personal: 2-Heridas o daños físicos reportables y/o que se atienden con primeros auxilios</p> <p>Población:1-No se esperan heridas o daños físicos. Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles.</p> <p>Ambiente:2- Fuga o derrame externo que se pueda controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar)</p> <p>Producción/ Instalación: 1- Pérdida en producción hasta 0.25 MUSD.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DIQUE DE CONTENCIÓN EN BOMBA</li> <li>• FOSA DE RECUPERACION API</li> <li>• INTERRUPTOR BAJA PRESION EN LA BOMBA PIT16, PDIT42, PDIT44</li> <li>• MEDIDOR DE PRESION DIFERENCIAL PDIT42, PDIT44</li> <li>• DETECTORES DE FUEGO</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• RED DE CONTRAINCENDIO</li> </ul>
FRA-TT-NLM- CMP-05	<p>Personal: 1-No se esperan heridas o daños físicos  Población:1-No se esperan heridas o daños físicos.  Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles.  Ambiente:2- Fuga o derrame externo que se pueda controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar)  Producción/ Instalación: 1- Pérdida en producción hasta 0.25 MUSD.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DETECTOR DE MEZCLA EXPLOSIVA Y FUEGO</li> <li>• RED DE CONTRAINCENDIO</li> <li>• DIQUE DE CONTENCION EN BOMBA</li> <li>• SWITCH PRESION DIFERENCIAL EN FILTROS PDI45 Y PDI 89</li> <li>• SISTEMA DE RECUPERACION DE DERRAMES</li> </ul>
FRA-TT-NLM- CMP-06	<p>Personal: 1-No se esperan heridas o daños físicos  Población:1-No se esperan heridas o daños físicos.  Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles.  Ambiente:2- Fuga o derrame externo que se pueda controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar)  Producción/ Instalación: 1- Pérdida en producción hasta 0.25 MUSD.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DETECTOR DE FUEGO</li> <li>• RED DE CONTRAINCENDIO</li> <li>• DIQUE DE CONTENCION EN BOMBA</li> <li>• SWITCH PRESION DIFERENCIAL EN FILTROS PDI45 Y PDI 89</li> <li>• SISTEMA DE RECUPERACION DE DERRAMES</li> </ul>
FRA-TT-NLM- CMP-07	<p>Personal: 1-No se esperan heridas o daños físicos  Población:1-No se esperan heridas o daños físicos.  Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles.  Ambiente:2- Fuga o derrame externo que se pueda controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar)  Producción/ Instalación: 2- Pérdida en producción de 0.25 a 0.5 MUSD.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RED DE CONTRAINCENDIO</li> <li>• FOSA DE RECUPERACION API</li> </ul>
FRA-TT-NLM- CMP-08	<p>Personal: 1-No se esperan heridas o daños físicos  Población:1-No se esperan heridas o daños físicos.  Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles.  Ambiente:2- Fuga o derrame externo que se pueda controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar)  Producción/ Instalación: 2- Pérdida en producción de 0.25 a 0.5 MUSD.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RED DE CONTRAINCENDIO</li> <li>• FOSA DE RECUPERACION</li> </ul>
FRA-TT-NLM- PC-01	<p>Personal: 1-No se esperan heridas o daños físicos  Población:1-No se esperan heridas o daños físicos.  Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles.  Ambiente:2- Fuga o derrame externo que se pueda controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar)  Producción/ Instalación: 2- Pérdida en producción de 0.25 a 0.5 MUSD.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DETECTOR DE MEZCLA EXPLOSIVA</li> <li>• RED DE CONTRAINCENDIO</li> <li>• FOSA DE RECUPERACION API</li> </ul>
FRA-TT-NLM- PC-02	<p>Personal: 1-No se esperan heridas o daños físicos  Población:1-No se esperan heridas o daños físicos.  Ruidos, olores e impacto visual imperceptibles.  Ambiente:2- Fuga o derrame externo que se pueda controlar en menos de una hora (incluyendo el tiempo para detectar)  Producción/ Instalación: 2- Pérdida en producción de 0.25 a 0.5 MUSD.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DETECTOR DE MEZCLA EXPLOSIVA</li> <li>• RED DE CONTRAINCENDIO</li> <li>• FOSA DE RECUPERACION API</li> </ul>

## 9. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

En la siguiente tabla se enlistan las recomendaciones emitidas durante el análisis HazOp, éstas se enfocan en la eliminación o disminución de riesgos identificados en la Terminal de Tránsito.

RECOMENDACIONES	RESPONSABILIDAD
1. ALARMA POR BAJO NIVEL	INGENIERIA
2. SOLICITAR AL CLIENTE LAS HOJAS DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE LOS CARROSTANQUES QUE LE PROPORCIONE EL FABRICANTE CADA CINCO AÑOS	ÁREA OPERATIVA
3. CAPACITACIÓN AL PERSONAL	ÁREA OPERATIVA
4. LLEVAR EL PROGRAMA DE INSPECCIÓN, MANTENIMIENTO DE LAS MANGUERAS Y UNIONES.	ÁREA OPERATIVA/MANTENIMIENTO
5. QUE TODAS LAS ALARMAS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD CUMPLAN CON LAS NORMAS UL.	INGENIERÍA
6. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO, INSPECCIÓN Y PRUEBA.	ÁREA OPERATIVA
7. COLOCAR VÁLVULAS DE RELEVO TÉRMICO	INGENIERIA
8. APEGARSE A LOS PROGRAMAS DE INSPECCIÓN OPERATIVA	ÁREA OPERATIVA
9. CAPACITACION Y ENTRENAMIENTO A PERSONAL	ÁREA OPERATIVA
10. SEGUIR RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE	ÁREA OPERATIVA
11. APEGARSE A LOS PROGRAMAS DE INSPECCIÓN OPERATIVA	ÁREA OPERATIVA
12. INSTALAR INDICADOR TRANSMISOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL	INGENIERÍA
13. INSTALAR TRANSMISOR DE PRESIÓN CON ALARMA AL OPERADOR	INGENIERÍA
14. PONER JUNTAS ESPIROMETALICAS EN EL ACOPLAMIENTO ENTRE VÁLVULAS Y CONEXIONES DE MANGUERAS.	ÁREA OPERATIVA/MANTENIMIENTO
15. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO, INSPECCIÓN Y PRUEBA	ÁREA OPERATIVA
16. CAPACITACION DE PERSONAL	ÁREA OPERATIVA
17. COLOCAR UNA ALARMA POR ALTA PRESIÓN /VACIO	INGENIERÍA
18. COLOCAR REGADERAS Y LAVAJOS	INGENIERÍA
19. COLOCAR BOTÓN DE PARO POR EMERGENCIA.	INGENIERÍA
20. SEGUIR RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE	ÁREA OPERATIVA/MANTENIMIENTO



## **9.1 Sistemas de Seguridad**

La Terminal de Trasvase, incluirá dispositivos de seguridad para garantizar la seguridad del personal de operación, el medio ambiente y la integridad de la instalación, en caso de operaciones inadecuadas o de fallas en los equipos.

Principalmente la Terminal estará protegida por:

- Botones de paro de emergencia.
- Sistema de detección continua.
- Red de Tierras.
- Red contraincendio.
- Fosas de Recuperación de Derrames.
- PLC

## 10. CONCLUSIÓN

El presente trabajo en el que tuve la oportunidad de participar resulto una gran experiencia en mi vida laboral ya que entre otras cosas colaboré y pude aprender que el software utilizado que fue Phast y el modelo para simular a la gasolina y al diésel fue por pseudo- componentes (PC-modelling), este modelo simulaba eventos de Chorro de fuego, Charco de fuego temprano, Charco de fuego tardío y Sobrepresión por explosión.

La dirección de la fuga para todos los escenarios es horizontal, el cual, para el evento de chorro de fuego genera las zonas de riesgo y amortiguamiento más grandes. Para los efectos por sobrepresión, donde se utilizó el modelo TNT multi-energy con una fuerza de explosión de 3 (explosión strength) es para una explosión no confinada donde solo hay diques, barreras, bardas por donde pasa la mezcla de vapores explosiva.

Que en ningún evento ocurre sobrepresión por explosión no confinada. De manera simultánea a las estrategias de operación segura de la Terminal de Tránsito se implementaron programas de inspección y mantenimiento emitidos para garantizar la integridad de las instalaciones y, en consecuencia, prevenir posibles afectaciones a las personas, el medio ambiente y la instalación por liberaciones de las sustancias que serán manejadas.

En un futuro se propondrían otras medidas dirigidas a la prevención y atención de posibles afectaciones resultantes de la futura operación de la Terminal de Tránsito, incluidas en su Sistema de Administración de la Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Ambiente (SASISOPA) como son: Procedimiento para la Realización de Simulacros Contra incendio y Procedimiento para la investigación y Reporte de Incidentes.