

ANALISIS DE RIESGO AMBIENTAL (ARA)

**PROYECTO: “TERMINAL DE USOS MULTIPLES EN TUXPAN
VERACRUZ”**

PROMOVENTE: PRESTADORA DE SERVICIOS MTR SA DE CV

CAPITULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CONTENIDO

I. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	3
I.1 Bases de diseño	3
I.1.1. Leyes y Reglamentos.....	3
I.1.2. Normas y Proyectos de Normas	4
I.1.3. NMX Normas Mexicanas	6
I.1.4. Normas internacionales	7
I.1.4.1. Normas y Códigos del país de origen	7
I.1.5. Proyecto civil	8
I.1.6. Sistema Contra incendio	9
I.2. Descripción detallada del proceso.....	10
I.2.1. Hojas de seguridad.....	20
I.3. Análisis y evaluación de riesgos	21
I.3.1 Antecedentes de accidentes e incidentes	21
I.3.2 Metodología de identificación y jerarquización	22
Palabras Secundarias.	23
Resultados del análisis HAZOP	23
Jerarquización de eventos	29
Consecuencias	29
Especificación de Escenarios	32
Evaluación Matemática del Riesgo.....	33
Análisis de Consecuencias.....	34
Especificación de escenarios	34
Formación de nubes tóxicas.....	34
Evaluación de consecuencias por Incendio o Explosión	35
Impactos (consecuencias) por la acción de las ondas de sobre presión generadas durante una explosión no confinada de vapor de hidrocarburo.....	35
Impactos (Consecuencias) generadas por la acción de la radiación térmica, durante un incendio.	36
Descripción y justificación técnica de los escenarios evaluados.....	37

I. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

I.1 Bases de diseño

La ingeniería básica y de diseño para la construcción de la estación de trasvase de hidrocarburos, de Prestadora de Servicios MTR S.A. de C.V. se realizó tomando como base los diseños, la bibliografía internacional, códigos nacionales de construcción, así como lo establecido en el marco legal mexicano en materia de ingeniería civil, seguridad e higiene y medio ambiente.

Por lo que hace a las normas utilizadas en el proyecto, es conveniente mencionar que los sistemas y las instalaciones fueron diseñados de acuerdo con la última edición de las Normas, Reglamentos, Leyes, Criterios, Códigos, Especificaciones Técnicas de la CFE y Reglamentos Internacionales; de entre los cuales destacan los siguientes:

I.1.1. Leyes y Reglamentos

- Leyes, Reglamentos, Criterios, Normas y Códigos Mexicanos
- Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento (LSPEE).
- Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN).
- Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y sus Reglamentos en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en Materia de Áreas Naturales Protegidas, en Materia de Auditoría Ambiental, en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.
- Ley de Aguas del Estado
- Ley Forestal.
- Ley Federal del Trabajo.
- Ley General de Salud.
- Ley del Seguro Social.
- Ley General de Protección Civil.
- Leyes Estatales de Protección Civil
- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas.
- Reglamento para la Constitución y Funcionamiento de las Comisiones de Seguridad e Higiene.
- Leyes y reglamentos del municipio o del estado, aplicables a los temas no cubiertos en estas Especificaciones.
- Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente del Trabajo de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).

I.1.2. Normas y Proyectos de Normas

- NOM Series 1-7 y 1-63, Equipo y componentes electrónicos, métodos de prueba para fuentes de alimentación utilizadas en telefonía, cargadores de baterías para uso industrial y de telecomunicaciones. Métodos de prueba ambientales y de durabilidad.
- NOM Series EE. Carretes de Madera para Conductores Eléctricos y Telefónicos.
- NOM Serie J. Motores de inducción, transformadores de corriente, transformadores de potencia, productos eléctricos conductores, técnicas de prueba de alta tensión, cordones desnudos flexibles de cobre para usos eléctricos y electrónicos. Método de prueba de aislamiento.
- NOM Serie W – Clasificación de Cobre.
- NOM Serie Z – Muestreo para inspección por atributos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999. Instalaciones eléctricas (utilización).
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994. Instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica.
- Norma Oficial Mexicana NOM-001-STPS-1999. Relativa a las condiciones de edificios locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-condiciones de seguridad e higiene.
- Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2000. Relativa a las condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-003-STC2-1994. Para el transporte de materiales y residuos peligrosos. Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de materiales y residuos peligrosos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-007-SECRE-1999. Transporte de gas natural.
- Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002. Sistema General de Unidades de Medida.
- Norma Oficial Mexicana NOM-008-SECRE-1999. Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-009-ENER-1995. Eficiencia Energética en Aislamientos Térmicos Industriales.
- Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001. Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- Norma Oficial Mexicana NOM-019-STPS-1993. Relativa a la constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

- Norma Oficial Mexicana NOM-021-STPS–1993. Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-022-SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire, bióxido de azufre (SO₂), valor permisible para la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.
- Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire, bióxido de nitrógeno (NO₂) valor permisible para la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- Norma Oficial Mexicana NOM-024-SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire, partículas suspendidas totales PTS valor permisible para la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.
- Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSA1-1993. Criterio para evaluar la calidad del aire, partículas menores de 10 micras (PM₁₀) valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras en el aire ambiente como medida de protección para la salud de la población.
- Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS–1999. Relativa a las condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-1998. Relativa a colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos por tubería.
- Norma Oficial Mexicana NOM-028-SCT2-1994. Disposiciones especiales para los materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables transportados.
- Norma Oficial Mexicana NOM-034-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire de ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.
- Norma Oficial Mexicana NOM-035-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.
- Norma Oficial Mexicana NOM-037-SEMARNAT-1993. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y el procedimiento para la calibración de los equipos de medición.
- Norma Oficial Mexicana NOM-038-SEMARNAT-1996. Que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

- Norma Oficial Mexicana NOM-043-SCT2-1994. Documento de embarque de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-048-SSA1-1993. Establece el método normalizado para la evaluación de riesgos a la salud como consecuencia de agentes ambientales.
- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- Norma Oficial Mexicana NOM-053-SEMARNAT-1996. Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT- 1993.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- Norma Oficial Mexicana NOM-113-SEMARNAT-1998. Que establece las especificaciones de protección ambiental para la planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de las subestaciones de fuerza eléctrica o distribución localizadas en áreas urbanas, suburbanas, rurales, fincas, industrial o áreas de servicio a turistas.
- Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-1994. Contaminación atmosférica, para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales (PST), bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión.

I.1.3. NMX Normas Mexicanas

- MX-CC-001: 1995 IMNC (equivalente a ISO-8402: 1994) – Administración de la calidad y aseguramiento de la calidad. Vocabulario.
- NMX-CC-002/4: 1996 INMC (equivalente a ISO 9000-4: 1993) – Administración de Calidad – Parte 4: Seguridad de Funcionamiento.

- NMX-CC-003: 1995 IMNC (equivalente a ISO 9001: 1994) – Sistema de Calidad-Modelo para el Aseguramiento de Calidad en Diseño, Desarrollo, Producción, Instalación y Servicio.
- NMX-CC-007/1: 1993 SCFI (equivalente a ISO 10011-1: 1990) – Directrices para Auditar Sistemas de Calidad. – Parte 1: Auditorías.
- NMX-CC-007/2: 1993 SCFI (equivalente a ISO 10011-3: 1991) - Directrices para Auditar Sistemas de Calidad. – Parte 2: Administración del Programa de Auditorías.
- NMX-CC-008: 1993 SCFI (equivalente a SO 10011-2: 1991) - Criterio de Calificación por los Auditores de Sistemas de Calidad.
- NMX-CC-017/1: 1995 INMC (equivalente a ISO 10012-1: 1992) - Requisitos de Aseguramiento de Calidad para Equipos de Medición – Parte I: Sistema de Confirmación Metrológica para Equipo de Medición.
- NMX-CC-018: 1996 INMC (equivalente a ISO 10013: 1995) – Directrices para Desarrollar Manuales de Calidad.
- NMX-CC-019: 1997 INMC (equivalente a ISO 10005: 1995) Administración de Calidad – Parte 5: Guía para Planes de Calidad.
- NMX –SAST-001-IMNC-2000. Sistema de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo. - Especificación o la norma internacional BSI OHSAS 18001:1999 Occupational Health and Safety Management System. - Specification.
- NMX-SSA-001-1998 INMC – Sistema de Administración Ambiental – Especificación, con guía para su uso.
- NMX-SSA-14001-INMC-2002. Sistemas de Gestión Ambiental - Especificación con guía para su uso.

I.1.4. Normas internacionales

- ISO – International Standard Organization
- ISO-9000-3: 1991 – Quality Management and quality assurance standards – Part 3: Guidelines for the application of ISO-9001 to the development, supply and maintenance of software.
- ISO 14001-1996 – Norma Internacional para la Administración Ambiental.

I.1.4.1. Normas y Códigos del país de origen

Para la fabricación del equipo se aplican las normas del país de origen, siempre y cuando no se contrapongan a lo indicado en las Leyes, Reglamentos y Normas Mexicanas.

- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).
- ACI (American Concrete Institute)

- AGA (American Gas Association)
- AISC (American Institute of Steel Construction)
- AISI (American Iron and Steel Institute)
- ANSI (American National Standards Institute)
- API (American Petroleum Institute)
- ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration & Air Conditioning Engineers)
- ASME (American Society of Mechanical Engineers)
- ASTM (American Society for Testing and Materials)
- AWS (American Welding Society)
- AWWA (American Water Works Association)
- BSI (British Standard Institute)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
- ISA (Instrument Society of America)
- MSS (Manufacturer's Standardization Society)
- NEC (National Electrical Code)
- NEMA (National Electrical Manufacturers Association)
- NFPA (National Fire Protection Association)
- UBC (Unified Building Code)
- VGB (Society of Large Utility Owners)

I.1.5. Proyecto civil

El proyecto civil cumplió con las Especificaciones de la Comisión (Manual de Diseño de Obras Civiles (CFE))

- Capítulo 1 Criterios de diseño
- Capítulo 2 Acciones
- Capítulo 3 Diseño por sismo
- Capítulo 4 Diseño por viento

I.1.6. Sistema Contra incendio

El proyecto de la “**Terminal de Usos Múltiples en Tuxpan Veracruz**”, esta conceptualizado con medidas preventivas para evitar la ocurrencia de eventos de accidentes que conduzcan a fuegos menores y mayores, sin embargo, como medidas de control y contención en casos de emergencia, la infraestructura incluirá los siguientes equipos contra incendio:

La terminal contara con el equipo contra incendio necesario, suficiente y especializado para contrarrestar el fuego por hidrocarburos.

Cada Patín móvil del equipo de trasvase, contara con extintor a base de Polvo Químico Seco (PQS) para fuegos clase ABC, de 9 kg (20 lb).

Se verificará como acceso de entrada a la estación de trasvase, que cada unidad a ser cargada cuente con un extinguido de la misma capacidad y tipo, del instalado en la unidad de trasvase.



Se dotará a cada posición de trasvase (2) de un extinguidor tipo carretilla de Polvo Químico Seco (PQS) para fuegos clase ABC, de 150 kg (300 lb), para una mejor cobertura y acceso al equipo en los inicios de cualquier conato, en un lapso de segundos, ya que es cuando realmente será de utilidad.



Se dotará en el área de oficinas de campo de la estación de trasvase, con dos extinguidores tipo carretilla de Polvo Químico Seco (PQS) para fuegos clase ABC, de 150 kg (300 lb).

Dentro de las acciones de emergencia, se ha elaborado un plan de respuesta de atención a emergencias internas con recursos propios y con la posibilidad de actuar el plan en segundo nivel solicitando el apoyo de la estación de bomberos municipales, protección civil y cruz roja, para lo que se ha elaborado la siguiente lista de contactos de ayuda que se encuentran dentro del Plan de Emergencias de la terminal de trasvase, como documento anexo.

INSTITUCIONES DE AYUDA EXTERNA	CONMUTADOR	2a. LÍNEA	LINEA DIRECTA EMERGENCIAS
H. Cuerpo de Bomberos de Tuxpan Veracruz	783 8340646	-----	911
Protección Civil de Tuxpan Veracruz	783 8350127	-----	
Cruz Roja Mexicana Tuxpan Veracruz.	783 8340158	-----	
Policía Municipal de Tuxpan Veracruz	783 8340252	783 8341593	

I.2. Descripción detallada del proceso

Como ya se indico brevemente en secciones anteriores, la operación en la “**Terminal de Usos Múltiples en Tuxpan Veracruz**” es una actividad de trasvasar una sustancia liquida de un espacio que la contiene a otro espacio, mediante un **equipo de trasvase**. Las sustancias peligrosas que se trasvasan, en este caso Gasolina y Diesel, se planean de conformidad a su arribo a la estación y conforme a un programa de trabajo.

No se lleva a cabo ningún proceso físico-químico, agregado de algún aditivo, mezclado, formulación, etc; es una operación mecánica que conlleva en sí misma una serie de medidas de prevención, control y seguimiento a la actividad que se ejecuta. La operación cuenta de los siguientes pasos:

-Preparación de transferencia.

1. Los empleados se aproximarán al buque tanque portando el equipo de protección personal pertinente:

a. Se inspeccionará lo siguiente:

a. Seguridad de la entrada y presencia de cinchos.

b. Se inspeccionará el dispositivo de disco de ruptura.

c. Se inspeccionará el artefacto / cubierta de la válvula para ver el pasador de seguridad y los sellos de manipulación

d. Se abrirá la cubierta del dispositivo e inspeccione:

1. Tapón y cadena de la válvula de llenado del producto para mayor seguridad (presente y hermética con apriete de herramienta), manija de la válvula en posición cerrada.

2. Tapón y cadena de la válvula de ventilación de vapor para seguridad, posición de la válvula en posición cerrada.

3. Válvula rompedora de vacío (si existe)

4. Se buscará la posible evidencia de fuga en cualquier válvula adicional o placas ciegas.

a. Se retirará el tapón de la válvula de ventilación, asegúrese de que el cuerpo de la válvula no gire mientras retira el tapón.

b. Se instalará la conexión del adaptador para acoplar la conexión de camlock en la manguera de equilibrio de vapor del equipo de trasvase.

c. Se conectará la manguera de vapor a la válvula de ventilación de vapor y abra lentamente la válvula de ventilación.

d. Se dejará la válvula en posición abierta hasta que el buque esté vacío.

e. Se preparará la válvula de salida inferior (en lo sucesivo: BOV)

i. Se inspeccionará la tapa del BOV y el sello en búsqueda de evidencia de fugas

ii. Se verificará que el mango BOV esté en posición cerrada con el pasador de seguridad en su lugar

iii. Se colocará la bandeja de contención y la manguera en posición debajo del buque tanque.

iv. Con una llave inglesa grande Stillson (mango largo de 1 m), aplique torque en la tapa BOV.

5. Si no hay evidencia de defectos en la BOV, se retirará la tapa y se vaciará cualquier residuo en la bandeja de contención.

6. Se inspeccionará la tapa para ver si hay empaque y el correcto estado del mismo.

7. Se instalará el accesorio del adaptador del tanque (accesorio de acoplamiento de "ruptura en seco" API) y se apretará con la llave inglesa Stillson.

8. Se abrirá la BOV del buque tanque momentáneamente para cargar la cámara del adaptador.

i. Usando la válvula de puerto de muestra, se descargará una pequeña muestra en el contenedor de retención

ii. Se inspeccionará la claridad y color de la muestra

iii. Se pondrá el producto de muestra en el densitómetro Anton Par para verificar la correcta densidad API

-Preparar el equipo de trasvase para la operación:

9. Se pondrá el equipo de trasvase en posición adyacente al buque tanque:
 - a. Se conectará el cable de verificación de tierra del tren a la autovía
 - b. Se conectará el cable de verificación de tierra del equipo de trasvase a la varilla de conexión a tierra
 - c. Se conectará la fuente de alimentación al equipo de trasvase usando un conector a prueba de explosiones.
 - d. Se moverá el interruptor de alimentación principal a la posición encendido:
 - i. Deberá observarse la interfaz para la indicación de encendido.
 - ii. Deberá observarse el controlador de flujo de micro-carga para indicación de encendido
 - iii. Se inspeccionará la unidad de verificación de tierra del vagón de ferrocarril y la unidad de verificación a tierra del equipo de trasvase para obtener indicaciones de puesta a tierra positiva
 - e. Se conectará la manguera de entrada / suministro de del equipo de trasvase usando un acoplador API para la instalación
 - i. Se verificará que el acoplador se ajusta por completo en su lugar (el producto no se transferirá si no está sentado, la válvula de sellado en el adaptador y el acoplador no se abrirán a menos que estén firmemente acoplados). Esta es una conexión de corte seco sin fugas.
 - ii. Se abrirá la manija de la BOV
 - iii. Se abrirá el mango de la válvula en el acoplador API
 - iv. Se inspeccionará e la manguera y todos los accesorios del buque tanque al equipo de trasvase para detectar fugas
 - f. Se verificará que la válvula de salida del equipo de trasvase esté en posición cerrada
 - g. Se abrirá la válvula de bola de entrada en el equipo de trasvase para cargar el sistema de equipo de trasvase e inspeccione si hay fugas.
 - h. Se verificará el acoplador API en la manguera de descarga para la posición del mango de la "válvula cerrada".
 - i. Se abrirá la válvula de salida manual del equipo de trasvase.

-Operaciones de carga de camiones

10. Se colocará el camión.
 - a. Se instalará el conector del sensor de sobrellenado / verificación de tierra del camión (scully / civicon) al accesorio de conexión azul en la carretilla. Compruebe la correcta indicación de luz en Civicon.
 - b. Se conectará la manguera de equilibrio de vapor (cargada por resorte en posición cerrada) a la conexión de vapor del camión. (La válvula de la manguera de vapor se abre cuando está conectada al accesorio del camión)
 - c. Se conectará el acoplador de carga de API al adaptador API en el compartimento de camión vacío.
 - d. Se abrirá el manija de la válvula en el acoplador API.
 - e. Se verificará el volumen del compartimento

- f. El conductor deberá de iniciar sesión en la interfaz con:
 - i. El # correcto de ID del conductor
 - ii. Número de identificación del trasportista
 - iii. Nº de identificación del tráiler (s)
 - iv. # de Identificación del cliente
 - v. Se deberá de capturar el volumen del compartimiento
 - vi. Cuando el compartimiento esté completo y la bomba se detenga, cierre la manija de la válvula en el acoplador de carga API y mueva el acoplador al siguiente compartimiento vacío.
 - vii. Repita los pasos v a vii hasta que cargue el camión.
 - viii. Carga final en la pantalla de la interfaz.
- g. Se desconectará el acoplador API de la manguera del producto del compartimiento del camión
- h. Se desconectará la manguera de equilibrio de vapor de la instalación del camión
- i. Se desconectará la toma de tierra / sobrellenado del conector del camión
- j. Se procederá a la estación de la impresora para recibir la documentación de carga.
Repita hasta que el buque tanque esté vacío.

I.2.3. Recepción de Auto Tanques

Los equipos a ser trasvasados con Gasolina o Diesel son unidades dedicadas que cuentan con sus autorizaciones, seguros y equipos de emergencia, señalamientos y operadores entrenados para la actividad y dar inicio a las primeras medidas de actuación en emergencia. La dimensión de los Auto Tanques, es de 53' x 8.5' x 13.5', y son de una capacidad de carga de 25 m³.

Los Auto Tanques están equipados con dispositivos de seguridad. Una vez programados el arribo de los Buques Tanque, el área de logística programa el ingreso de los Auto Tanques a las instalaciones de la Estación de Tránsito y el personal de tránsito realiza la inspección de condiciones físicas, señalamientos, equipos de emergencia, seguridad y documentación (Permisos, seguros, licencias etc), especial atención se pondrá a que el Auto Tanque sea dedicado a Gasolina o Diesel.

I.2.4. Maniobras de Maquina de patio

Para que el movimiento sea libre, los operadores del área de tránsito manejarán la máquina y realizarán las operaciones de desconexión de mangueras y retiro de los topes y descarriladores.

Las indicaciones y señalamientos para el retiro de los Buque- Tanques vacíos y el ingreso de los equipos llenos, solo se harán entre el Maquinista y Garrotero. Los operadores de la empresa solo serán facilitadores del proceso de retiro e ingreso.

I.2.5. Registros y Posicionamiento en vía interna

Una vez colocado cada Buque-Tanque en la posición de trasvase, se procederá a llenar las bitácoras de operación en las que se registrarán los números de cada uno de ellos, la unidad de trasvase utilizada y el del Auto-Tanque cargado. Se pondrá especial énfasis en las anotaciones del volumen a trasvasar en cada equipo.

I.2.6. Programación del trasvase para cada equipo

El seguimiento de la bitácora de llenado para cada uno de los equipos de trasvase deberá seguir minuciosamente para evitar errores operativos y de sobrellenado. Los equipos de trasvase son dos y cada uno tiene asignada una zona de servicio.

Los equipos pueden estar operando simultáneamente y según la disponibilidad de combustible, pueden estar descargando diferente material. La capacidad de los equipos de trasvase es de 400 gpm, operando a temperatura ambiente y a 50 psi.

Se contará en las unidades de trasvase y equipo receptor de los hidrocarburos en operación de carga, con dispositivos portátiles para verificar los niveles y evitar el sobrellenado de la unidad y su posible generación de un escenario de riesgo de fuga, derrame e incendio.

Los Equipos de trasvase son unidades móviles montados sobre patines y rodamientos, de tal forma que pueden ser desplazados para posicionarse adecuadamente a la distancia entre el buque tanque y el Auto Tanque. Una ilustración del equipo es el que se muestra en la **figura II.12**.

I.2.7. Inicio de Traslase de Combustible.

Se inician las operaciones de trasvase entre los equipos y se verifica que se esté ejecutando y se observe flujo, revisar que no haya fugas, goteos o derrames mayores. Ante cualquier evidencia de goteo, fuga o derrame se suspende la operación, se informa a la supervisión y se corrige la desviación.

Preventivamente, se colocan charolas metálicas en las uniones entre mangueras cuando hay necesidad de colocar extensiones de mangueras y captar posibles goteras y tomar acciones de corrección inmediata suspendiendo la operación de trasvase.

I.2.8. Documentación de salida.

Se informa al supervisor que la carga ha sido completada y se entregan las cantidades cargadas en cada unidad, para que se elabore la documentación de salida de la estación y se pase el registro al área de despachos y servicio a clientes. Aunque el control de la salida es por metros cúbicos, eventualmente el mecanismo de verificación alterna incluye el pesaje en la báscula del proyecto y control de peso haciendo uso de la densidad de los dos combustibles. Finalmente se aclara que el proyecto no está considerando obras o actividades temporales.

I.2.2. Hojas de seguridad

Se anexan las siguientes hojas de seguridad:

- Gasolina de Exxon mobil
- Diésel Exxón mobil

Análisis y evaluación de riesgos

I.3.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

Cuando se trata de analizar el riesgo de las estaciones de servicio, el fuerte olor de los hidrocarburos representa un punto relevante, ya que parte de estos aromas desagradables se debe a gases y vapores que son “odorizados” artificialmente para mejorar la seguridad de la población.

Las estaciones de servicio de la ciudad alrededor el mundo) han sido estigmatizadas por algunas explosiones famosas que quedaron en la memoria colectiva, como las siguientes:

- El 2 de noviembre de 1970 se destruyó un edificio de 3 pisos en la localidad de Hurlingham, que provocó 3 muertos, la causa ha sido la emanación de una estación de servicio vecina, que tenía varias denuncias por desborde en los tanques que combustible, denuncias que no habían sido atendidas.
- El 29 de diciembre de 1972, explotó la estación de servicio ubicada en la esquina de las calles Charcas y Ecuador, en la planta baja de un edificio de 5 pisos de altura, ocasión en la cual hubo un muerto.
- El 12 de mayo de 1975, estalló un tanque subterráneo que había sido rehabilitado 5 días antes en una estación de servicio de calle Austria y Av. Las Heras, accidente que provocó 3 muertos.
- El 1ro de febrero de 2003 se produjo una explosión en la estación de servicio ubicada en calle Araoz y Av. Santa Fé debido a una falla en un equipo durante la descarga de combustible desde un camión cisterna, lo cual provocó 8 heridos.
- El 05 de febrero de 2003 se Incendió una estación de servicio en Concepción (Tucumán - Argentina) cuando un auto chocó contra un pequeño tanque de combustible utilizado para preparar mezclas nafta/aceite para motocicletas.
- 26 de julio de 2005, se incendió en surtidor de combustible en Santa Cruz de la Sierra – Bolivia, cuando un camión cisterna descargaba el combustible.
- El 27de octubre de 2006 un incendio destruyó una estación de servicio en San José (Costa Rica) provocando el fallecimiento de los ocupantes de un vehículo. El siniestro se produjo por el fallo de un filtro de un surtidor que derramó el combustible.
- El 25 de febrero de 2008 en el estado de Oaxaca ocurrió el percance en un vehículo doblemente articulado, sobre la carretera Palomares-Matías Romero a la altura del kilómetro 176, dejando un saldo de seis muertos. Según la información proporcionada por Protección Civil, la causa del accidente fue la velocidad excesiva por parte del conductor de

un taxi involucrado en el accidente. A pesar de la pronta respuesta no se pudo evitar el derrame del material contenido en el tanque por lo cual cientos de litros de combustible se vieron vertidos en el suelo, contaminándolo de forma significativa.

- El 25 de octubre de 2010, en Cuautla estado de Morelos, explosión de uno de los tanques de gasolina del vehículo doblemente articulado fueron de una persona calcinada, cuatro lesionados, 16 negocios y nueve domicilios dañados, varios vehículos afectados, cuatro postes de luz y nueve casetas telefónicas, este accidente ocurrió en la carretera México-Oaxaca a la altura del Distribuidor Vial Oriente.
- El 14 de agosto de 2011, el vehículo que transportaba diésel y gasolina en cada uno de sus dos tanques, se volcó en el kilómetro 127 de la carretera Puebla-Orizaba en el estado de Veracruz, ambos contenedores se incendiaron, sin embargo, la inmediata respuesta del cuerpo de bomberos logró evacuar a la población circundante en un radio de 500 metros con lo cual no se presentó ninguna víctima en este siniestro.
- 24 de noviembre de 2016, explosión de una gasolinera en el municipio de ciudad Juárez. El fuego inicio cuando empleados llenaban 13 tambos de plástico sobre un camión de redilas, hecho que exhibió la venta ilegal masiva del combustible en estaciones de servicio. No hubo muertos ni heridos en el siniestro ocasionado.

I.3.2 Metodología de identificación y jerarquización

Las metodologías aprobadas para usarse son HAZOP, Esta metodología es internacionalmente reconocida como la más robusta para la identificación de riesgos a los procesos de operación, la evaluación de las consecuencias por las desviaciones y para la propuesta oportunidades de mejora. Sin embargo, es la que toma la mayor cantidad de tiempo en el análisis. Generalmente es usada para sistemas complejos que contienen sustancias químicas peligrosas. Todas las unidades de manufactura que contienen sustancias químicas peligrosas deben tener al menos un análisis HAZOP. No es recomendada la aplicación de HAZOP para sistemas que no contienen sustancias químicas peligrosas.

Para la aplicación de esta metodología se utiliza una lista de palabras-guía durante el HAZOP. La lista clásica de siete palabras guía, matriz de desviaciones y la lista extendida de desviaciones. Cualquier lista de palabras guía de HAZOP que sea usada requiere que todas las palabras guía sean documentadas en las hojas de trabajo, aún si la palabra guía no aplica para ese nodo, como evidencia escrita que el equipo revisó todas las palabras guía en todos los nodos del estudio.

El análisis de todas las palabras guía debe ser documentado en las hojas de trabajo de HAZOP para todos los nodos. Aún si una palabra guía no aplica para un nodo, es requerido que el equipo deje evidencia escrita que revisó todas las palabras guía en todos los nodos del estudio, independientemente de la lista de palabras guía que sea ocupada.

Se debe anotar una respuesta para cada palabra guía en la hoja de trabajo. Por ejemplo, si una palabra guía no aplica anotar NA, si la palabra guía aplica, pero no tiene consecuencias de seguridad de procesos anotar NPSC (no process safety concern). No se deben dejar respuestas en blanco.

A continuación, se mencionan las palabras utilizadas en la metodología Hazop.

Palabras Claves.

- Flujo,	- Reacción,	- Reducción,	- Adición,	- Reducción,
- Temperatura,	- Prueba,	- Nivel,	- Mantenimiento,	- Mezclado.
- Viscosidad,	- Muestreo,	- Presión,	- Instrumentación,	
- Nivel,	- Corrosión/erosión,	- Composición,	- Separación	

Palabras Operacionales.

- Aislamiento,	- Inspección,	- Drenaje,	- Mantenimiento,
- Ventilación,	- Arranque,	- Purgado,	- Paro.

Palabras Secundarias.

Cuando las palabras secundarias se combinan con las primarias, sugieren desviaciones o problemas potenciales. Un listado estándar de las palabras utilizadas se menciona a continuación:

Desviación	Descripción
No	Negación del intento de diseño.
Más	Incremento cuantitativo.
Menos	Decremento cuantitativo.
Además de	Incremento cualitativo.
Parte de	Decremento cualitativo.
Reversa	Opuesto lógico del intento.
Otro que	Sustitución completa.

Resultados del análisis HAZOP

A continuación, se presentan los resultados del análisis HAZOP del grupo de trabajo para identificar los riesgos asociados con las sustancias y los equipos de trasvase del proyecto.



**MANIFIESTO DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD PARTICULAR
INCLUYE ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA
PROYECTO:
"ESTACIÓN DE TRASVASE DE HIDROCARBUROS"**

PREPARADO POR:



EMPRESA	PRESTADORA DE SERVICIOS MTR S.A. DE C.V.
PLANTA	ESTACIÓN DE TRASVASE DE HIDROCARBUROS
LÍNEA	COMBUSTIBLES LÍQUIDOS (GASOLINA Y DIÉSEL)
UNIDAD	TRASVASE DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

HAZOP DEL EQUIPO DE TRASVASE DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Reacción sistema	Acciones requeridas
Flujo	Más	Mayor flujo de CT a pipa	<ul style="list-style-type: none"> -Desconexión de manguera. -Sobrepresión en la tubería al realizar la descarga. -Mala operación bomba. -Conato de incendio cercano 	<ul style="list-style-type: none"> -Derrame de producto (gasolina, diésel). -Sobre llenado de pipa. -Incendio 	-Bomba diseño que previene se colapse en CT	-Exigir se coloquen Válvulas de sobrellenado a pipas (clientes)
	Menos	Menor flujo de CT a pipa	<ul style="list-style-type: none"> -Mala operación de válvulas. -Perdidas de eficiencia de la bomba. -No hay producto 	<ul style="list-style-type: none"> -Daño motor -Retrabajo -Mayor presión 	-Paro motor al incrementarse el consumo de voltaje (sobre-carga de energía eléctrica)	Ninguna

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Reacción sistema	Acciones requeridas
			<p>en CT.</p> <p>-Taponamiento en filtro</p>			
	No	No existe flujo de CT-pipa	<p>-El equipo no opera, es decir no hay producto en CT.</p> <p>-Pipa llena.</p> <p>-Desconexión manguera</p>	<p>-Retraso en operaciones</p> <p>-Derrame del producto (gasolina, diésel)</p>	<p>-Sistema scully</p> <p>-Fluxómetro y sensores de llenado</p>	-Pipas con sensores de llenado
	Inverso	No se presenta	----	-----	-----	-----
Temperatura	Más	Mayor temperatura al momento de realizar el trasvase	<p>-Incremento de temperatura en la descarga.</p> <p>-Trabajando en vacío en la maquina de trasvase.</p> <p>-Temperatura Ambiente elevada.</p> <p>-Mala operación de las válvulas de manguera o pipa</p>	<p>-Alta presión en la tubería.</p> <p>-Vaporización del producto, lo que genera una alta presión en CT y pipa.</p> <p>-Posible fuga (gasolina, diésel) en conexiones</p>	<p>-Paro por calentamiento de motor.</p> <p>-Disparo de válvula de seguridad en la pipa.</p>	Ninguna
	Menos	Mayor presión en CT o pipa	-Incremento de temperatura	-Liberación controlada de	-Apertura de la válvula de seguridad	Ninguna

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Reacción sistema	Acciones requeridas
			(Ver nodo de mayor temperatura). -Mala operación de válvulas durante recuperación de vapores	producto (gasolina, diésel). -Fuga por ruptura de tubería o conexiones (gasolina, diésel)	en pipa	
	Inverso	Presión de vacío	No se da	-----	-----	-----
Nivel	Más	Mayor Nivel de combustible líquido en la pipa	-Falta supervisión por el operador. -Falla el fluxómetro de la máquina de trasvase -Mal documentada la pipa. -Daño en válvula de corte o cierre	-Derrame de material /producto (gasolina, diésel)	-Sensor por alto nivel de la pipa, para la bomba	-Colocar Charolas para la contención para derrames. -Programas de revisión y mantenimiento. preventivo a instrumentos y accesorios
	No	No hay nivel de combustible líquido en CT	-Mala operación (no se verifica el nivel). -Se terminó el producto del CT. -Fuga de producto por válvula	-Calentamiento de motor de la bomba, si se opera por periodos prolongados. -Incremento de la temperatura	Ninguna	-Capacitación constante del personal

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Reacción sistema	Acciones requeridas
			Abierta.	en la tubería -Derrame de producto (gasolina, diésel)		

	Menos	Menor nivel de combustible líquido en buque tanque	<ul style="list-style-type: none"> -Falla de un fluxómetro -Mala operación -Fuga del producto en pipa o CT. 	<ul style="list-style-type: none"> -Derrame del producto (gasolina, diésel). -Retrabajo 	Ninguna	-Programas de revisión y mantenimiento. preventivo a instrumentos y accesorios
Sustancia	Otro que..	Realizar el trasvase de otro material en vez de (gasolina, diésel)	<ul style="list-style-type: none"> -No se sigue el procedimiento de carga. -No se carga con OSI. -Confusión de número/matricula de CT. Error de programación con el cliente. 	<ul style="list-style-type: none"> -Contaminación de producto -Posible reacción por incompatibilidad del producto. -Daño equipo 	Ninguna	-Inspección del remanente y CT
	Además de...	Además de trasvasase (remanente de otros materiales en pipa)	<ul style="list-style-type: none"> -No se sigue el procedimiento de carga. -No se carga con OSI -Confusión de 	<ul style="list-style-type: none"> -Contaminación de producto. -Posible reacción por incompatibilidad del 	Ninguna	-Inspección del remanente y CT

Parámetro	Palabra guía	Desviación	Causas posibles	Consecuencias	Reacción sistema	Acciones requeridas
			número/matricula de CT. -Error de programación	material. -Daño equipo		

Los eventos identificados mediante la metodología HAZOP, asociados con accidentes de toxicidad, explosión y fuego, los materiales y sustancias de riesgo y las líneas de proceso mencionadas se presentan a continuación:

NODO/LINEA: Sistema de trasvase de combustibles líquidos (gasolina o diésel).

- Derrame de gasolina o diésel por desconexión de manguera al incrementarse el flujo durante el trasvase de combustibles.
- Posible fuga de gasolina o diésel en conexiones por incremento de temperatura en la descarga, debido a una mala operación.
- Fuga de material (gasolina o diésel) por ruptura de tubería o conexiones, al incrementar la presión en CT o Pipa.
- Derrame de gasolina o diésel (incremento de nivel en la Pipa) por mala operación.
- Derrame de gasolina o diésel (válvula abierta en la Pipa) por mala operación.
- Derrame de gasolina o diésel en la Pipa por mala operación.
- Posible reacción de gasolina o diésel al mezclarlo con un producto incompatible por error en trasvase o por remanentes en Pipa.

Jerarquización de eventos

La clasificación de riesgo relativo en función de lo que es comúnmente conocido como “**el peor de los casos**”, de acuerdo con el método HAZOP es un procedimiento para clasificar las áreas de proceso, y transportación dentro de una instalación de acuerdo al riesgo relativo asociado dentro de estas áreas, su jerarquización está dada con base a los siguientes criterios.

Consecuencias

Nivel de Consecuencias

Nivel	Conceptos
5	<ul style="list-style-type: none"> • Tres o más muertes de trabajadores y/o lesiones incapacitantes permanentes, o • Uno o dos víctimas mortales y / o lesiones incapacitantes permanentes a los miembros del público en general, o • Cualquier lesión en tres o más miembros del público en general, o • Daño ambiental extenso y/o cuyos costos de remediación sean más de 10 millones USD, o • Daño permanente a hábitats terrestres, de agua dulce y/o marinos, o • Reacción mundial o atención negativa mundial por parte de los medios

Nivel	Conceptos
4	<ul style="list-style-type: none"> • Una o más muertes de trabajadores y/o lesiones incapacitantes permanentes, o • Lesiones serias de tres o más trabajadores, o • Alguna lesión de uno o más miembros del público en general, o • Impacto ambiental significativo y/o cuyos costos de remediación estén entre 1 millón y 10 millones USD, o • Daños significativos o a largo plazo a hábitats terrestres, de agua dulce y/o marinos, o • Reacción nacional o atención negativa a nivel nacional por parte de los medios
3	<ul style="list-style-type: none"> • Lesiones serias de uno o más trabajadores, o • Lesiones menores de tres o más trabajadores, o • Impacto ambiental moderado y/o cuyo costo de remediación esté entre 100 mil y 1 millón USD, o • Alto número inusual de denuncias públicas, o • Reacción local o atención negativa a nivel local por parte de los medios.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Lesiones menores de uno o dos trabajadores, o • Impacto ambiental menor con costos de remediación menor de 100,000 USD, o • Un evento RQ (superando la cantidad reportable gubernamental, o en su caso supere el de la empresa, o • Algunas denuncias públicas (molestias: ruido, olor, luz), o • Sin respuesta pública negativa
1	<ul style="list-style-type: none"> • Sin efectos adversos a la salud, o • Sin impacto ambiental, o • Sin respuesta pública

Criterios: Sólo uno de los estados en los criterios para un nivel dado necesita ser satisfecho. La calificación para el escenario es el más alto nivel en el que un enunciado sea satisfecho.

Nivel de Frecuencias

Nivel	Conceptos
6	Frecuencia $> 1.0 \times 10^{-2}$ / año (más frecuente que 1 en 100 años)
5	Entre 1.0×10^{-3} y 9.9×10^{-3} / año (entre 1 en 100 y 1 en 1000 años)
4	Entre 1.0×10^{-4} y 9.9×10^{-4} / año (entre 1 en 1,000 y 1 en 10,000 años)
3	Entre 1.0×10^{-5} y 9.9×10^{-5} / año (entre 1 en 10,000 y 1 en 100,000 años)
2	Entre 1.0×10^{-6} y 9.9×10^{-6} / año (entre 1 en 100,000 y 1 en 1,000,000 años)
1	Frecuencia $< 1.0 \times 10^{-6}$ / año (Menos frecuente que 1 en 1,000,000 años)

Del universo de eventos identificados, se procede a seleccionar los eventos de mayor nivel de riesgo, según la siguiente matriz subjetiva.

		Consecuencia				
		1	2	3	4	5
Frecuencia	6	D	C	B	A	A
	5	D	D	B	A	A
	4	D	D	C	B	A
	3	E	D	D	C	B
	2	E	E	E	D	C
	1	E	E	E	D	D

Grado de Riesgo

Nivel	Grado
A	<ol style="list-style-type: none"> 1. El nivel de riesgo debe reducirse. 2. Si el director del Sitio, el Vice-Presidente (Director General), y el Vice-Presidente (Operaciones y Técnico) deciden conjuntamente para seguir operando el proceso en forma parcial (es decir, para operar en el proceso "tal cual" hasta que una recomendación de reducción de riesgos se puede implementar), a

Nivel	Grado
	<p>continuación, el Director del Sitio debe comunicar esa recomendación por escrito a un miembro del Comité Ejecutivo correspondiente dentro de los cinco días hábiles.</p> <p>3. La operación parcial no puede proceder sin la aprobación escrita de un miembro del Comité Ejecutivo correspondiente</p>
B	<p>1. El nivel de riesgo debe reducirse, si es práctico.</p> <p>2. Continuar la operación del proceso "como es" (ya sea en forma parcial o permanente) debe ser aprobado por el director del Sitio.</p> <p>3. Si se toma la decisión de continuar operando el proceso "tal cual" con carácter permanente, el director del Sitio debe comunicar esa decisión por escrito al Vicepresidente (gerente general) y el Vice-Presidente (Operaciones y Técnico)</p>
C	<p>1. El nivel de riesgo debe reducirse, si es económicamente viable.</p> <p>2. El coste-efectividad de una propuesta de reducción de riesgos se determinará a nivel equipo de gestión de la planta. El equipo de dirección deberá considerar la eficacia de la propuesta en la reducción de riesgos, así como su impacto económico en el negocio.</p>
D	<p>1. El nivel de riesgo debe reducirse, si es económicamente viable.</p> <p>2. El coste-efectividad de una propuesta de reducción de riesgos puede ser determinada por el equipo RA / RM</p>
E	<p>1. Ninguna acción se justifica</p>

Nota: Es importante que el proceso de reducción del riesgo continúe hasta que el riesgo sea reducido al nivel más bajo que se pueda conseguir de una manera rentable. Esto se aplica a todos los riesgos de nivel "C", incluyendo Nivel de Consecuencia 2, Nivel de Frecuencia 6.

Especificación de Escenarios

Se debe establecer criterios uniformes para la evaluación matemática de las consecuencias que es la siguiente etapa; estos criterios deben ser:

- Condiciones meteorológicas, como son: velocidad del viento, humedad relativa, temperatura, etc.
- Niveles de evaluación por Incendio, Explosión o emisión tóxica.
- Niveles permisibles que determinan los radios de afectación.
- Cantidad de sustancia química peligrosa liberada, según la identificación.
- Características físicas del sitio como son áreas de diques, altura del punto de emisión, diámetros de los orificios por donde se libera la sustancia, etc.

Los escenarios seleccionados son los que se consideraran “**Peor Caso**”, es decir la liberación mayor o total del material al medio ambiente, y sin ningún sistema de control que pudiera mitigar los impactos en el entorno (General Guidance for Risk Management Programs (40 CFR part. 68), disponible desde EPA en <http://www.epa.gov/ceppo/>).

Evaluación Matemática del Riesgo

En esta etapa los datos obtenidos en la especificación de escenarios, se alimentaron a los programas de simulación para calcular las zonas de afectación debido a emisión tóxica, explosiones y radiación calórica, según aplique. Los modelos de simulación empleados fueron los siguientes:

ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres), el cual es un programa de cómputo diseñado para predecir la tasa de emisión de las sustancias peligrosas a la cual pueden ser liberadas a la atmósfera y predecir cómo una nube de gas peligrosa se dispersa en la atmósfera. El programa es parte del sistema de software aplicado CAMEO Computer Aided Management of Emergency Operations y administrado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA).

Esta metodología de evaluación utiliza un diagrama de pasos lógicos de seguimiento para todos los posibles eventos que se relacionen con la liberación de sustancias químicas peligrosas.

La dispersión de materiales en fase gaseosa en la atmósfera se basa en una función de la distribución normal (campana de Gauss), la cual depende de dos variables: la tasa de emisión y la desviación estándar. El modelo predice, a nivel de suelo y en el corto término (<24 hrs.), concentraciones de contaminantes no reactivos. Se utilizó una base de datos meteorológicos previamente asentados y procesados estadísticamente.

El programa se auxilia con un modelo para determinar la tasa de derrame de una unidad, así como el trasvase y la formación de charco, así también para fuga de material gaseoso.

El apartado relacionado con la simulación de consecuencias por nubes explosivas, se basa en el método de equivalencia de TNT, el cual consiste en igualar la cantidad de energía que contiene una masa gaseosa con una masa proporcional de TNT; así, teniendo estudios de los efectos de las ondas de choque, se obtuvieron radios de afectación a distintas presiones con consecuencias determinadas.

De los resultados de la evaluación matemática, se establecen los eventos que representan las afectaciones más considerables debido a:

- Emisión y dispersión en la atmósfera de sustancias tóxicas
- Zonas de mayor impacto adverso por ondas de sobre presión
- Zonas afectadas por radiación de incendios

Como resultado de lo anterior se definieron las zonas de amortiguamiento necesarias para la empresa, los radios de afectación críticos respecto a la comunidad y el interior de la empresa, principalmente.

Análisis de Consecuencias.

El análisis de consecuencias consiste en relacionar las áreas de afectación resultantes de la evaluación matemática con los planes de respuesta para atención de emergencias de nivel interno y externo con que cuenta la empresa y su nivel de implementación existente.

A través de recomendaciones de tipo preventivas, se establece un programa de atención de las mismas en el entendido que al ser cumplidas en su totalidad se podrá prevenir la liberación accidental de las sustancias químicas peligrosas y la confrontación de sus consecuencias.

Especificación de escenarios.

Debido a la toxicidad de las sustancias químicas peligrosas, para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, se utilizaron los siguientes criterios tal como se indican en las guías de elaboración de estudios de riesgo.

Zonas a Evaluar	Toxicidad (Dispersión atmosférica)	Inflamabilidad (radiación calórica)	Explosividad (ondas de sobre presión)
Zona de Alto Riesgo	IDLH ⁽¹⁾ (IPVS)	5 KW/m ² o 1,500 BTU/Pie ² h	1.0 lb/plg ²
Zona de Amortiguamiento	TLV _{TWA} ⁽²⁾ (LMPE-PPT) TLV _{STEL} ⁽³⁾ (LMPE-CT)	1.4 KW/m ² o 440 BTU/Pie ² h	0.5 lb/plg ²

-
- (1) IDLH = Immediately Dangerous to Life or Health (NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards)
IPVS = Inmediatamente peligroso para la vida y salud (NOM-018-STPS-2000).
 - (2) Threshold Limit Values-Time Weighted Average for Chemical: ACGIH American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
LMPE-PPT = Límite máximo permisible de exposición promedio ponderado para 8 hrs. (NOM-010-STPS-1999).
 - (3) Threshold Limit Values-Short Term Exposure Limit for Chemical: ACGIH American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
LMPE-CT = Límite máximo permisible de exposición de corto tiempo para 15 min. (NOM-010-STPS-1999).

Formación de nubes tóxicas

La toxicidad de las sustancias químicas puede identificarse por los valores reportados por organismos privados y de gobiernos dedicados a los estudios de la exposición de seres vivos con los efectos que dichas sustancias generan. Las características más representativas de la toxicidad aguda es el IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health), TLV-STEL (Threshold Limit Values- Short Term Exposure Limit) y de la toxicidad crónica es el TLV-TWA (2) (Threshold Limit Values- Time Weighted Average). En algunos casos las sustancias no cuentan con los valores de referencia

por lo que se emplea lo disponible, pero con relación directa a la toxicidad. El vapor de TLV-TWA se refiere a como la concentración a la cual puede estar expuesta una persona por 8 horas diarias, en una semana de 40 horas de jornada laboral sin que se acumule una afectación a su organismo. Como se observa el nivel de referencia no es el adecuado.

El IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health) representa el peligro inmediato para la vida y la salud cuando un individuo se expone sin equipo de protección personal específica durante treinta minutos a esta concentración; se puede esperar con certeza que existirá un daño irreversible.

La simulación de nubes tóxicas considera la liberación de una masa de gas y su dispersión en el ambiente, con la finalidad de detectar puntos de concentración de interés. En este caso, las concentraciones se definen en términos de los efectos a la salud de las poblaciones humanas en función de su toxicidad, lo cual se determina con los niveles de referencia ya señalados.

Tratando de identificar la jerarquía en relación a la peligrosidad de las sustancias químicas tomaremos en cuenta que éstas cuando se encuentran en fase gaseosa, representan una mejor forma de dispersarse en la atmósfera, así también pueden formar mezclas explosivas con el aire ó incendiarse inmediatamente al contacto con una fuente de ignición.

Un indicador determinante para identificar la facilidad que estas sustancias tienen para formar vapores, es la Presión de Vapor, la cual representa la resistencia con que se encuentran las moléculas en estado líquido para pasar al estado gaseoso. Otra característica importante es la temperatura de flasheo o de ignición, la cual es la temperatura en donde los vapores formados son capaces de sostener la flama.

Evaluación de consecuencias por Incendio o Explosión:

Si bien las sustancias tienen la capacidad de evaporarse, es determinante el que todas poseen una cantidad de energía diferente; que al ser liberada súbitamente como es el caso de las explosiones;

se generan un impacto adverso muy significativo. Una medida de este poder energético destructivo es el Calor de Combustión; es decir la misma cantidad de masa de un alcohol y de un hidrocarburo en un escenario similar de mezcla explosiva liberarán diferente cantidad de energía; siendo el de mayor poder destructivo el del hidrocarburo por poseer mayor poder de combustión.

Para que ocurra una explosión es necesario que la mezcla de sustancia química y aire se encuentren en una proporción denominado límites de explosividad. Cuando esto no resulta, simplemente ocurre una deflagración (flamazo). En ambos casos puede llegar a permanecer un incendio que dependerá de la cantidad presente en el escenario.

Impactos (consecuencias) por la acción de las ondas de sobre presión generadas durante una explosión no confinada de vapor de hidrocarburo.

Los criterios de comparación de efectos por sobre presión se muestran en la siguiente tabla:

Presión máxima (lb/plg ²)	Daño producido por la explosión
0.50	La presión a la que se presenta ruptura del 10 % de ventanas de vidrio y algunos daños a techos, con una probabilidad del 95 % de que no ocurran daños serios.
1,0	Es la presión que puede causar destrucción parcial de casas y daños reparables a edificios, provocando el 1 % de ruptura de tímpanos y el 1 % de heridas serias por proyectiles.

Impactos (Consecuencias) generadas por la acción de la radiación térmica, durante un incendio.

Los criterios de comparación de efectos por sobre presión se muestran en la siguiente tabla:

Intensidad de Radiación (kW/m ²)	Efecto Observado (World Bank)
1,4 kW/m ²	No causará incomodidad durante exposición prolongada.
5,0 kW/m ²	Energía mínima requerida para la ignición piloteada de madera, fundición de tubería de plástico.

Relacionando las sustancias químicas peligrosas que se manejan en la empresa asociadas al producto de gasolina y diésel, y las que se encuentran en el Primer o Segundo Listado de las sustancias, emitidas por la SEGOB que implican una Actividad Altamente Riesgosa, se determina que las sustancias que requieren ser evaluadas para determinar el impacto que generarían si se liberaran al medio ambiente son las rellenadas en color azul por ser las de mayor composición de los constituyentes peligrosos en las sustancias complejas.

De acuerdo a la hoja de seguridad son:

Gasolina

CAS: 86290-81-5

Concentración: 89 al 100%

Sustancia peligrosa a modelar: Tolueno

Constituyentes peligrosos contenidos en sustancias complejas:

Nombre	CAS	Concentración
Benceno	71-43-2	≥ 1.65%
Etil benceno	100-41-4	1-5%

Nombre	CAS	Concentración
N hexano	110-54.3	1-5%
Naftaleno	91-20-3	≤ 1%
Pseudocumeno (1,2,4-Trimetil benceno)	95-63-6	1-5%
Tolueno	108-88-3	5-10%
Trimetil benceno	25551-13-7	1-5%

Xilenos	1330-20-7	5-10%
---------	-----------	-------

Diésel

CAS: 68334-30-5

Concentración: 88 al 99%

Sustancia peligrosa a modelar: Etil benceno

Constituyentes peligrosos contenidos en sustancias complejas:

Nombre	CAS	Concentración
Etil Benceno	100-41-4	0.1 a 1%
Naftaleno	91-20-3	0.1 a 1%

Las condiciones atmosféricas prevalecientes en el sitio son:

Parámetro	Valor
Temperatura máxima promedio anual:	22° C
Velocidad del viento promedio:	2 m/s
Dirección del viento predominante:	Norte- Noroeste
Estabilidad atmosférica (Pasquill):	Tipo d
Humedad relativa (bulbo húmedo):	20 %

Descripción y justificación técnica de los escenarios evaluados.

Posterior a la evaluación de riesgo para identificar los eventos que generarían una emisión a la atmósfera de los gases tóxicos y como consecuencia de haber obtenido las recomendaciones que

preventivamente aplicadas evitarán que éstos ocurran; se procede a realizar la evaluación matemática, empleando para ello el evento que represente la mayor cantidad de material liberado a la atmósfera.

El escenario seleccionado es el que se considera “Peor Caso”, es decir la emisión mayor o total del material al medio ambiente y sin algún sistema de control que pudiera mitigar los impactos en el entorno (General Guidance for Risk Management Programs (40 CFR part 68), disponible desde EPA en <http://www.epa.gov/ceppo/>).

No.	Descripción del escenario evaluado <Evento><equipo><causa> <sustancia><impacto>	Contenido involucrado			Cantidad de Material Liberada		
		Volumen	Nivel	Máximo	Emisión*	Duración	Liberación
		Litros/min	%	Kg	kg/seg	min	Kg
1	Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.	303	20	788	263	3	788
2	Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.	303	20	787	262	3	787
3	Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de 100% del desacople de la manguera de 3 pulgadas durante un tiempo de 1 minuto.	1,514	100	1,312	21.9	1	1,312
4	Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de 100% del desacople de la manguera de 3 pulgadas durante un tiempo de 1 minuto.	1,514	100	1,312	21.9	1	1,312

CAPITULO II: DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A LAS INSTALACIONES

CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A LAS INSTALACIONES	3
II.1 Radios potenciales de afectación	3
II.1.1. Descripción y justificación técnica de los escenarios evaluados	5
II.1.2. Descripción de los escenarios evaluados.	7
Escenario 1: “Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.”	7
Escenario 2: “Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.”	8
Escenario 3: “Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en desacople de 100% durante un tiempo de 1 minuto.”	9
Escenario 4: “Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en desacople del 100% durante un tiempo de 1 minutos.”	10
II.1.3. Resultados de los escenarios modelados.....	11
II.2. Interacciones de riesgo	18
Efecto domino con gasolina	19
Efecto domino con diésel.....	23
Medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.	27
II.3. Efectos sobre el Sistema Ambiental	27

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A LAS INSTALACIONES

II.1 Radios potenciales de afectación

Por la naturaleza de las actividades que realiza la empresa, se tienen riesgos potenciales en todas las secciones y componentes que constituyen el proyecto. En todo el sistema existen una serie de uniones, accesorios y equipos que pueden llegar a fallar bajo determinadas circunstancias dado que están sometidas a presión interna positiva.

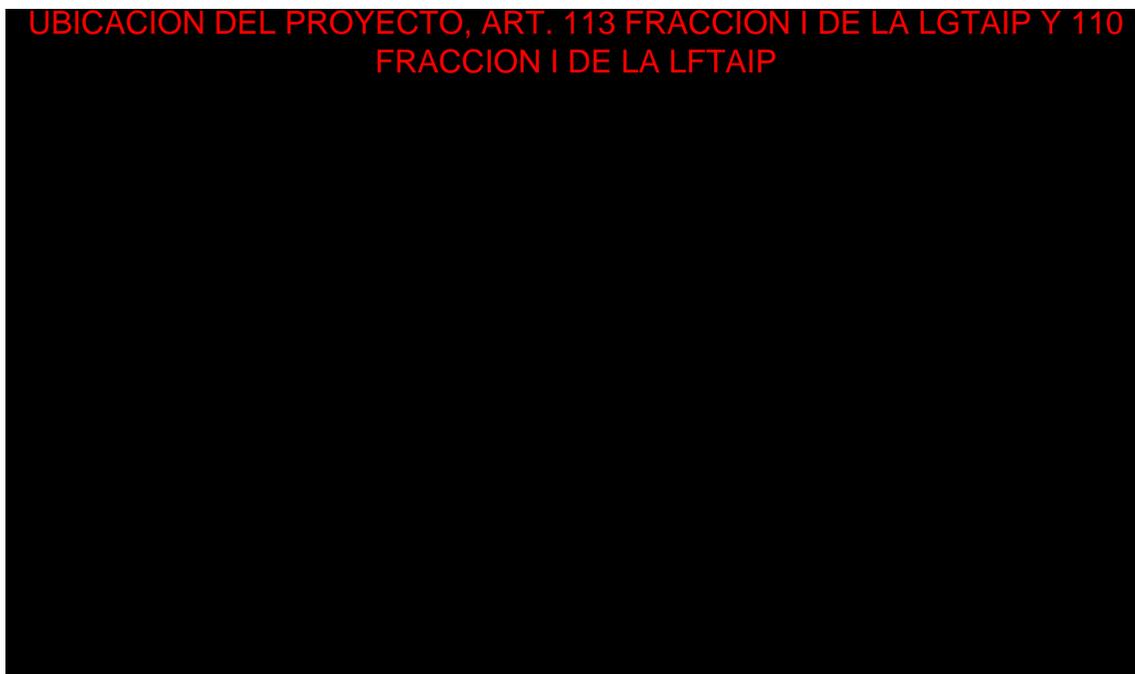


Figura II.1. Arreglo general de la Terminal

Una fuga procedente de las tuberías, equipos y accesorios, deriva en el traslado de una masa de gas o sustancia a través de la atmósfera en forma de una nube limitada geométricamente o de una pluma gaseosa, con un punto de escape y una masa extendida en la dirección del viento y con la distribución de distintas concentraciones en su interior.

Ambas formas de emisión, están sometidas a un grado creciente de dilución en el aire que hace que las concentraciones en la nube o en la pluma vayan disminuyendo conforme transcurre el tiempo y se alejan del punto de emisión. El grado de dilución depende de varios factores siendo los más relevantes la cantidad de material emitida, la densidad de la nube de gas, la estabilidad de la atmósfera y la altura del punto de emisión.

Para determinar los radios potenciales de afectación, se utilizó el programa de simulación ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) ver 5.4.6., desarrollado por U.S. Environmental

Protection Agency's Chemical Emergency Preparedness and Prevention Office (CEPPO) y la National Oceanic and Atmospheric Administration's Office of Response and Restoration (NOAA OR&R).

Los eventos modelados en cada escenario fueron incendio y explosión. De acuerdo con la "Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo" de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Relacionando las sustancias químicas peligrosas que se manejan en la empresa asociadas al producto de gasolina y diésel, y las que se encuentran en el Primer o Segundo Listado de las sustancias, emitidas por la SEGOB que implican una Actividad Altamente Riesgosa, se determina que las sustancias que requieren ser evaluadas para determinar el impacto que generarían si se liberaran al medio ambiente son las rellenadas en color azul por ser las de mayor composición de los constituyentes peligrosos en las sustancias complejas.

De acuerdo a la hoja de seguridad son:

Gasolina

-CAS: 86290-81-5

-Concentración: 89 al 100%

Sustancia peligrosa a modelar: Tolueno

Constituyentes peligrosos contenidos en sustancias complejas:

Nombre	CAS	Concentración
Benceno	71-43-2	≥ 1.65%
Etil benceno	100-41-4	1-5%
N hexano	110-54.3	1-5%
Naftaleno	91-20-3	≤ 1%
Pseudocumeno (1,2,4-Trimetil benceno)	95-63-6	1-5%
Tolueno	108-88-3	5-10%
Trimetil benceno	25551-13-7	1-5%
Xilenos	1330-20-7	5-10%

Diésel

CAS: 68334-30-5

Concentración: 88 al 99%

Sustancia peligrosa a modelar: Etil benceno

Constituyentes peligrosos contenidos en sustancias complejas:

Nombre	CAS	Concentración
Etil Benceno	100-41-4	0.1 a 1%
Naftaleno	91-20-3	0.1 a 1%

Las condiciones atmosféricas prevalecientes en el sitio son:

Parámetro	Valor
Temperatura máxima promedio anual:	22° C
Velocidad del viento promedio:	2 m/s
Dirección del viento predominante:	Norte- Noroeste
Estabilidad atmosférica (Pasquill):	Tipo d
Humedad relativa (bulbo húmedo):	20 %

II.1.1. Descripción y justificación técnica de los escenarios evaluados.

Posterior a la evaluación de riesgo para identificar los eventos que generarían una emisión a la atmósfera de los gases tóxicos y como consecuencia de haber obtenido las recomendaciones que preventivamente aplicadas evitarán que éstos ocurran; se procede a realizar la evaluación matemática, empleando para ello el evento que represente la mayor cantidad de material liberado a la atmósfera.

El escenario seleccionado es el que se considera “Peor Caso”, es decir la emisión mayor o total del material al medio ambiente y sin algún sistema de control que pudiera mitigar los impactos en el entorno (General Guidance for Risk Management Programs (40 CFR part 68), disponible desde EPA en <http://www.epa.gov/ceppo/>).

De acuerdo a lo establecido en el análisis de riesgo los nodos a modelar conforme a la jerarquización realizada son:

Escenarios de modelación para gasolina al 20 y 100%

Descripción del escenario evaluado		Contenido involucrado			Cantidad de Material Liberada		
No.	<Evento><equipo><causa>	Volumen	Nivel Máximo		Emisión*	Duración Liberación	
		Litros/min	%	Kg	kg/seg	min	Kg
1	Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.	303	20	788	263	3	788
3	Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de 100% del desacople de la manguera de 3 pulgadas durante un tiempo de 1 minuto.	1,514	100	1,312	21.9	1	1,312

Figura II.3. Diagrama de diésel al 20 y 100%

Escenarios de modelación para diésel al 20 y 100%

No.	Descripción del escenario evaluado <Evento><equipo><causa> <sustancia><impacto>	Contenido involucrado			Cantidad de Material Liberada		
		Volumen	Nivel	Máximo	Emisión*	Duración	Liberación
		Litros/min	%	Kg	kg/seg	min	Kg
2	Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.	303	20	787	262	3	787
4	Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de 100% del desacople de la manguera de 3 pulgadas durante un tiempo de 1 minuto.	1,514	100	1,312	21.9	1	1,312

II.1.2. Descripción de los escenarios evaluados.

Escenario 1: “Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.”

existe una fuga proporcional al 20% del flujo existente por la presión ejercida por la bomba del equipo. Los sistemas de protección de flujo, detectores de explosividad y la supervisión del operador en el equipo de trasvase, logran suspender la operación de descarga y con ello se detiene la salida de producto.

La gasolina que se alcanza a fugar y que se derrame por la pendiente a través de las canaletas se conduce hasta la contención o caja receptora de derrames. Dado que la gasolina es un compuesto, se ha corrido el escenario con uno de los constituyentes de mayor interés (Tolueno) para la salud y el ambiente para esta actividad.

Consideraciones

1. El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga se considera de 3 minutos, debido a que el sistema de verificación de llenado cuenta con un sistema de monitoreo de presión, temperatura y flujo, los cuales estarán siendo monitoreados durante el llenado del Buque tanque a la pipa por el personal encargado de la operación del sistema de trasvase de combustibles (gasolina). Además de contar con válvulas de corte automático que bloquean el suministro de gas en caso de detectar una caída de presión en cualquier punto del sistema de verificación.
2. El líquido de combustible que se escapa por la fisura diametral del 20%, forma una atmósfera tóxica (tolueno), una nube explosiva y una nube de explosión al alcanzar una chispa externa causando ignición.

3. El evento de realiza una temperatura de 22°C, con un flujo de fuga de gasolina de 303 litros por minuto, a una presión de vapor de 0.032 atmósferas, con un porcentaje de saturación de 3.46% o 34,578 ppm, la velocidad del viento es de 2 m/s a nivel de 3 metros del piso, con una humedad relativa del 20%.
4. La masa liberada de gasolina (tolueno) es de 788 kilogramos a un flujo de 263 litros/minuto.

Escenario 2: “Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.”

La fuga es ocasionada por errores humanos al verificar que no se haya conectado de manera correcta la manguera de 3” al equipo de trasvase de diésel del buque tanque a la pipa, para lo cual existe una fuga proporcional al 20% del flujo existente por la presión ejercida por la bomba del equipo. Los sistemas de protección de flujo, detectores de explosividad y la supervisión del operador en el equipo de trasvase, logran suspender la operación de descarga y con ello se detiene la salida de producto.

La gasolina que se alcanza a fugar y que se derrame por la pendiente a través de las canaletas se conduce hasta la contención o caja receptora de derrames. Dado que el diésel es un compuesto, se ha corrido el escenario con uno de los constituyentes de mayor interés (Etil benceno) para la salud y el ambiente para esta actividad.

Consideraciones

1. El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga se considera de 3 minutos, debido a que el sistema de verificación de llenado cuenta con un sistema de monitoreo de presión, temperatura y flujo, los cuales estarán siendo monitoreados durante el llenado del buque tanque a la pipa por el personal encargado de la operación del sistema de trasvase de combustibles (gasolina). Además de contar con válvulas de corte automático que bloquean el suministro de gas en caso de detectar una caída de presión en cualquier punto del sistema de verificación.
2. El líquido de combustible que se escapa por la fisura diametral del 20%, forma una atmósfera tóxica (tolueno), una nube explosiva y una nube de explosión al alcanzar una chispa externa causando ignición.
3. El evento de realiza una temperatura de 22°C, con un flujo de fuga de gasolina de 303 litros por minuto, a una presión de vapor de 0.011 atmósferas, con un porcentaje de saturación de 1.14% o 11,412 ppm, la velocidad del viento es de 2 m/s a nivel de 3 metros del piso, con una humedad relativa del 20%.
4. La masa liberada de gasolina (tolueno) es de 787 kilogramos a un flujo de 262 litros/minuto.

Escenario 3: “Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en desacople de 100% durante un tiempo de 1 minuto.”

La fuga es ocasionada por error humanos al verificar que no se haya conectado de manera correcta la manguera de 3” al equipo de trasvase de gasolina del buque tanque a la pipa, para lo cual existe una fuga de desacople al 100% del flujo existente por la presión ejercida por la bomba del equipo. Los sistemas de protección de flujo, detectores de explosividad y la supervisión del operador en el equipo de trasvase, logran suspender la operación de descarga y con ello se detiene la salida de producto.

La gasolina que se alcanza a fugar y que se derrame por la pendiente a través de las canaletas se conduce hasta la contención o caja receptora de derrames. Dado que la gasolina es un compuesto, se ha corrido el escenario con uno de los constituyentes de mayor interés (Tolueno) para la salud y el ambiente para esta actividad.

Consideraciones

1. El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga se considera de 1 minuto, debido a que el sistema de verificación de llenado cuenta con un sistema de monitoreo de presión, temperatura y flujo, los cuales estarán siendo monitoreados durante el llenado del buque tanque a la pipa por el personal encargado de la operación del sistema de trasvase de combustibles (gasolina). Además de contar con válvulas de corte automático que bloquean el suministro de gas en caso de detectar una caída de presión en cualquier punto del sistema de verificación.
2. El líquido de combustible que se escapa por la fisura diametral del 100%, forma una atmósfera tóxica (tolueno), una nube explosiva y una nube de explosión al alcanzar una chispa externa causando ignición.

3. El evento de realiza una temperatura de 22°C, con un flujo de fuga de gasolina de 1,514 litros por minuto, a una presión de vapor de 0.032 atmósferas, con un porcentaje de saturación de 3.46% o 34,578 ppm, la velocidad del viento es de 2 m/s a nivel de 3 metros del piso, con una humedad relativa del 20%.
4. La masa liberada de gasolina (tolueno) es de 1,312 kilogramos a un flujo de 1,514 litros/minuto.

Escenario 4: “Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en desacople del 100% durante un tiempo de 1 minutos.”

La fuga es ocasionada por errores humanos al verificar que no se haya conectado de manera correcta la manguera de 3” al equipo de trasvase de diésel del buque tanque a la pipa, para lo cual existe una fuga proporcional al 100% del flujo existente por la presión ejercida por la bomba del equipo. Los sistemas de protección de flujo, detectores de explosividad y la supervisión del operador en el equipo de trasvase, logran suspender la operación de descarga y con ello se detiene la salida de producto.

La gasolina que se alcanza a fugar y que se derrame por la pendiente a través de las canaletas se conduce hasta la contención o caja receptora de derrames. Dado que el diésel es un compuesto, se ha corrido el escenario con uno de los constituyentes de mayor interés (Etil benceno) para la salud y el ambiente para esta actividad.

Consideraciones

1. El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga se considera de 1 minuto, debido a que el sistema de verificación de llenado cuenta con un sistema de monitoreo de presión, temperatura y flujo, los cuales estarán siendo monitoreados durante el llenado del buque tanque a la pipa por el personal encargado de la operación del sistema de trasvase de combustibles (diésel). Además de contar con válvulas de corte automático que bloquean el suministro de gas en caso de detectar una caída de presión en cualquier punto del sistema de verificación.
2. El líquido de combustible que se escapa por el desacople diametral del 100%, forma una atmósfera tóxica (tolueno), una nube explosiva y una nube de explosión al alcanzar una chispa externa causando ignición.
3. El evento de realiza una temperatura de 22°C, con un flujo de fuga de gasolina de 1,514 litros por minuto, a una presión de vapor de 0.011 atmósferas, con un porcentaje de saturación de 1.14% o 11,412 ppm, la velocidad del viento es de 2 m/s a nivel de 3 metros del piso, con una humedad relativa del 20%.
4. La masa liberada de gasolina (tolueno) es de 1,311 kilogramos a un flujo de 1,514 litros/minuto.

II.1.3. Resultados de los escenarios modelados.

Como resultado de la evaluación matemática realizada para la determinación de zonas de alto riesgo y amortiguamiento, se presentan los siguientes radios de las áreas de afectación por la emisión a la atmósfera de sustancias tóxicas.

Los resultados de las simulaciones de los eventos, se puede encontrar en el Anexo del presente estudio, Resultados del Análisis de Riesgo: Identificación y Simulación

Resultados de las modelaciones de los radios de afectación

No.	Descripción del escenario evaluado. EVENTO	Radios de afectación (m)					
		Toxicidad		Explosión		Fuego	
		IDLH (500 ppm)	TLV-TWA (50 ppm)	1.0 psi	0.5 psi	5.0 KW/m ²	1.4 KW/m ²
1	Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.	231	989	53	144	NEL	43
2	Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.	99	1,100	NEL	138	NEL	43
3	Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de 100% del desacople de la manguera de 3 pulgadas durante un tiempo de 1 minuto.	452	1,200	129	317	NEL	113
4	Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de 100% del desacople de la manguera de 3 pulgadas durante un tiempo de 1 minuto.	232	1,300	126	306	NEL	108

NEL: No excede el nivel de 1.0 psi

II.2. Interacciones de riesgo

Las actividades que se desarrollan en torno a la empresa, en un radio de 500 metros son completamente de infraestructura y equipamiento.

Los impactos adversos que se pueden esperar se relacionan con la liberación accidental de dichas sustancias, incendios de combustibles o agentes perturbadores externos, que conlleven a suscitar emergencias relacionadas con la operación de la empresa.

De la evaluación matemática realizada en el Estudio de Riesgo, y de los escenarios de liberación de las sustancias químicas utilizadas y producidas en la empresa; se identifica como las zonas de mayor riesgo de impacto, las áreas e instalaciones localizados sobre el cuadrante noreste, éstas ubicadas entre una distancia de 30 a 40 metros.

A continuación, se presentan el análisis a los radios de afectación, sus interacciones de riesgo en el entorno de las instalaciones de trasvase y su efecto en el medio ambiente.

Radios de afectación de alto riesgo con gasolina al 20 y 100%

Escenario	Radio de afectación 20% (m)	Radio de afectación 100% (m)
Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% y desacople del 100% durante un tiempo de 3 y 1 minutos.	Toxicidad	
	231	452
	Nube tóxica	
	53	129
	Fuego	
	43	108
Daños al personal	Intoxicación crónica al personal de trabajo de la estación de trasvase en los 15 segundos presentando muerte por inhalación.	Intoxicación aguda al personal de trabajo de la estación de trasvase en 40 segundos, causando severo dolor de cabeza
	Personas que se encuentren dentro de la estación de trasvase o transiten al momento que ocurra el siniestro en las áreas aledañas por nube explosiva o fuego, así como las que pudiera afectar al área de almacenamiento de granos y fertilizantes: <ul style="list-style-type: none"> • A los 20 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo, 	

Escenario	Radio de afectación 20% (m)	Radio de afectación 100% (m)
	<ul style="list-style-type: none"> A los 60 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio. 	
Daños a la vegetación	Daños parciales a la vegetación presente en el área.	
Daños a la infraestructura	Daños a la infraestructura parcialmente de muelles de instalaciones colindantes	

Efecto domino con gasolina

En el caso de que se presentará un evento simultáneo denominado “**efecto domino de fuga de fuga de combustibles gasolina de ruptura al 100% o 20%**”, para nube explosiva o fuego sus efectos solo serían dentro de la de la estación de trasvase, lo que un evento causaría sería:

1. Daños parciales a la infraestructura presente
2. , equipos de transferencia, pipas de carga y auto tanques, así como posibles daños a la carretera.
3. Personas que se encuentren laborando dentro del SAR al momento que ocurra el siniestro:
 - A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo.
 - A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también

Radios de afectación de alto riesgo con diésel al 20 y 100%

		Radio de afectación 100% (m)	
Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% y desacople del 100% durante un tiempo de 3 y 1 minutos.	Toxicidad		
	99	232	
	Nube tóxica		
	138	306	
	Fuego		
	43	108	
Daños al personal	Intoxicación crónica al personal de trabajo de la estación de trasvase en los 15 segundos presentando muerte por inhalación.	Intoxicación aguda al personal de trabajo de la estación de trasvase en 40 segundos, causando severo dolor de cabeza	
	Personas que se encuentren dentro de la estación de trasvase o transiten al momento que ocurra el siniestro en las áreas aledañas por		
Escenario	Radio de afectación 20% (m)	Radio de afectación 100% (m)	
	nube explosiva o fuego, así como las que pudiera afectar al área de almacenamiento de granos y fertilizantes: <ul style="list-style-type: none"> • A los 20 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo, • A los 60 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio. 		
Daños a la vegetación	Daños parciales a la vegetación de tipo agrícola presente en el área.		
Daños a la infraestructura	Daños a la infraestructura de muelles de instalaciones aledañas		

Efecto domino con diésel

En el caso de que se presentará un evento simultáneo denominado “**efecto domino de fuga de fuga de combustibles diésel de ruptura al 100% o 20%**”, para nube explosiva o fuego sus efectos solo serían dentro de la de la estación de trasvase, lo que un evento causaría sería:

1. Daños parciales a la infraestructura presente, equipos de transferencia, pipas de carga y auto tanques, así como posibles daños a la carretera de acceso.
2. Personas que se encuentren laborando dentro del SAR al momento que ocurra el siniestro:
 - A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo.
 - A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también

Medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.

Como parte de sus actividades e instalaciones, se cuenta con las siguientes medidas para reducir los riesgos relacionados con el manejo de las sustancias químicas peligrosas en el proyecto:

- Señalamientos de seguridad a través de código de colores, de acuerdo con la NOM-026-STPS-2008,
- Sistemas de identificación de riesgos en tanques y en tuberías que conducen fluidos peligrosos, de acuerdo con las normas 018 y 026 de la STPS,
- Sistema indicador de dirección de viento,
- Plan de Respuesta a Emergencias y Protección Civil,
- Sistema contra incendio (extintores y cañon extintor),
- Medios para contención de derrames y recuperación de los mismos,
- Brigadas de Respuesta a Emergencia,
- Programas de mantenimiento e integridad mecánica de las instalaciones estáticas y dinámicas,
- Programas de Capacitación a personal de la empresa, contratistas, visitantes y proveedores,
- Inspecciones de Seguridad.

II.3. Efectos sobre el Sistema Ambiental

Las operaciones de del proyecto, están vinculadas a las que se realizan en sus alrededores, en cuanto al trasvase de combustibles (gasolina y diésel). Otras actividades en la cercanía de proyecto, son de equipamiento

Los impactos adversos esperados se relacionan con la liberación accidental las sustancias manejadas en la empresa, pudiéndose llegar a afectar a las instalaciones de la misma, a su personal y a empresas vecinas ubicadas entre una distancia entre 100 y 1,300 metros, esto debido a que se encuentran en la dirección favorable del viento predominante.

Las principales causas encontradas y que pueden llegar a generar eventos con liberación masiva de sustancias químicas se relacionan con el mantenimiento de las instalaciones y la operación de los

procesos de trasvase.

No se identifican causas naturales tales como fenómenos hidrometeorológicos, debido a que estos ocurren de manera estacional y la empresa cuenta con procedimientos e infraestructura para asegurar la operación de los combustibles de manera segura.

La empresa, cuenta con personal técnico y de operación con la experiencia suficiente para manejar estos procesos. Así como con programas de mantenimiento eficaces. La empresa cuenta también con procedimientos de operación, mantenimiento y de seguridad.

Así también los recursos para atención de emergencias propios y suministrados por servicios contratados, son suficientes y adecuados.

Aún y cuando la empresa cuenta con los recursos suficientes para la administración de riesgo por la operación con combustibles, es muy necesario que se cumpla con las recomendaciones aquí establecidas, con el propósito de prevenir la liberación accidental de estos combustibles, así como la afectación de la salud de los trabajadores, de alguna comunidad externa, así como de las mismas instalaciones de la empresa.

Por último, en cuanto a la infraestructura urbana y los asentamientos humanos, se puede observar que dentro del área de alto riesgo no existen asentamientos humanos, pero sí los hay dentro del radio de amortiguamiento, por lo que los posibles efectos a la salud serían leves, en caso de presentarse alguno no sería de consecuencias graves, pues los niveles o concentraciones elevadas se tendrán en caso de toxicidad a no más de 100 metros de la estación de trasvase de combustibles, dentro de la terminal.

**CAPITULO III: SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y
PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL**

CONTENIDO

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL	3
III.1 Recomendaciones técnico-operativas	3
Recomendaciones HAZOP	3
Recomendaciones Generales	4
III.2. Sistemas de seguridad	4
III.3. Medidas preventivas	4
III.4. Planes y programas	6
Programa de Prevención de Accidentes (PPA)	6
Programas de mantenimiento	7
Planes de realización de simulacros	7
Programas de emergencia	8
Procedimiento de control de incendios.....	8
Programas de atención en caso de derrames de combustibles (gasolina y diésel).....	8
Materiales de uso para el caso de derrames de combustibles (gasolina y diésel).....	8
Procedimiento de atención de derrames:	9
Evaluar el incidente.	9
Notificar a la brigada de atención de emergencias	9
Asegurar el área	9
Controlar y contener el derrame.....	10
Limpiar la zona contaminada	10
Descontaminar los equipos y al personal	10
Después de la Emergencia	10
Registros	10
Procedimientos específicos.....	11
Instructivo para el control de infiltraciones.....	11
Instructivo para el control de derrames	11
Instructivo para el control de Derrames durante el transporte interno de materiales	12

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

III.1 Recomendaciones técnico-operativas

Recomendaciones HAZOP

- Instalación de paros automáticos en equipos manuales.
- Colocar una válvula check en los sistemas de trasiego/trasvase (equipos de trasvase).
- Procedimientos de Operación de los diferentes sistemas.
- Monitorear continuamente la toma de la pipa, durante el trasvase
- Monitorear la trampa de líquidos (en el sistema de trasvase), durante el trasvase
- Colocar trampa con sensor por alto nivel de líquido en los sistemas de trasvase de combustibles (trasvase).
- Solicitar a proveedor ferroviario de transporte la rotación de CT (control de máximos inventarios) de combustibles (gasolina y diésel).
- Asegurar el control de inventarios en la terminal y por buque-tanque de los materiales combustibles y en general.
- Actualizar y mantener un plan de atención a emergencias específico para el trasvase de combustibles.
- Asegurarse de la verificación de las Condiciones del buque Tanque en la terminal (antes de iniciar cualquier operación de trasvase); y asegurarse del cumplimiento a los programas de mantenimiento por parte de los proveedores.
- Exigir a los diferentes clientes que se coloquen Válvulas de sobre-llenado a los auto- tanques (pipas).
- Exigir a los diferentes clientes que se coloquen sensores de llenado a los auto tanques (pipas).
- Colocar charolas de contención para derrames, durante las operaciones de trasvase de combustibles líquidos.
- Establecer y mantener Programas de revisión y mantenimiento preventivo a instrumentos y accesorios.
- Establecer y mantener una programa de capacitación constante para el personal operativo, sobre la operación propiamente, así como de los riesgos intrínsecos de los materiales combustibles y su manejo adecuado.
- Inspección del remanente en buque-tanques y auto-tanques, antes de iniciar cualquier operación de trasvase de combustibles.
- Es importante que el personal operativo y de supervisión de campo que realiza las operaciones de trasvase de materiales combustibles, esté completamente capacitado tanto en las operaciones que lleva a cabo normalmente, como en la prevención, seguridad y ataque de cualquier contingencia/emergencia.

Recomendaciones Generales

- Contar con un programa de actualización de análisis de riesgos del proyecto de trasvase de combustibles (mediante cualquier metodología: árbol de fallas, qué pasa sí?, HAZOP, etc., principalmente cuando se incrementen las capacidades de manejo y/o trasvase).
- Desarrollar todos los procedimientos y las instrucciones de los equipos involucrados en la operación del trasvase de combustibles incluyendo condiciones anormales y cómo actuar en caso de un evento extraordinario que se presente.
- Involucramiento de la gerencia y dirección general en materia de seguridad para garantizar los recursos humanos, materiales y económicos necesarios para atender las medidas de seguridad y sus mecanismos de supervisión para evitar la probabilidad de un evento no deseado por fuga de los combustibles trasvasados.
- Llevar a cabo de manera periódica los programas de entrenamiento y capacitación en seguridad y atención a primeros auxilios, incluyendo al personal administrativos, operativo y contratistas.

III.2. Sistemas de seguridad

- Se instalará un sistema de alarma sonoro para evacuación, en las vías de las espuelas del ferrocarril, que es donde se localizan las estaciones en las cuales se llevan a cabo el trasvase de los combustibles. Este sistema se complementará con alarmas que activará el sistema contra incendios de la terminal de trasvase y con comunicación directa con el departamento de bomberos del municipio.
- Se contará también con 4 extintores (fosfato mono amoniaco) de 50 litros exclusivos para los dos equipos de trasvase que se utilizarán para el trasvase de combustibles.
- En el área de trasvase de combustibles (gasolina y diésel) se contará con kit de brigada de primeros auxilios completo (incluyendo maletín, camilla, collarín, férulas, sujetadores, etc.).
- Se contará con un sistema de paro de emergencia para desenergizar las vías de las estaciones de trasvase de combustibles.
- Contará con dispositivos de lava ojos y regaderas en las áreas cercanas a la operación de trasvase.

III.3. Medidas preventivas

Para la operación en las áreas de trasvase de combustibles diésel y gasolina se toman las siguientes medidas encaminadas a la seguridad y prevención:

- Será prohibido la operación de movimientos en las áreas de trasvase de combustibles.
- Conexión a tierra física de buque-tanques y auto-tanques/pipas.

- Se bloqueará vialidad de paso entre las espuelas del tren y vías de acceso a la terminal de trasvase.
- Obligatorio el uso de equipo de protección personal (EPP) siempre, que consiste en: overol de algodón, casco, lentes, arnés y línea de vida, botas dieléctricas y guantes de piel.
- No se permitirá toma de fotografías y uso de celular en el área.
- La comunicación se realizará con radios intrínsecos.
- Se delimitará el área 30 metros a la redonda, durante toda la operación de trasvase.
- Por turno habrá un supervisor de operaciones para asegurar el estricto cumplimiento a los procedimientos de operación.
- Se realizarán observaciones de seguridad en Pipas y se solicita corrección inmediata al proveedor/cliente.
- Las operaciones de trasvase de combustibles serán realizados por personal previamente capacitado.
- Se realizará check list previo a cada operación de trasvase de combustibles, que incluye revisión de condiciones de buque tanque y auto-tanque, revisión de conexiones de sistema de trasvase, chequeo de fugas en todo el sistema.
- Se contarán con procedimientos específicos para cada una de las operaciones de trasvase de los materiales combustibles, los cuales incluyan condiciones normales, situaciones anormales, así como las medidas de seguridad que se deban tomar en cada caso.
- Antes de iniciar sus labores deberán tomar la plática de seguridad, impartida por el Supervisor de seguridad o jefe de área donde se desarrollen los trabajos, el vigilante validará esta situación, en caso de no llevarse a cabo, no se permitirá la realización de los trabajos.
- Está prohibido fumar dentro de las instalaciones, así como ingerir bebidas alcohólicas.
- Sí se va a ingresar con vehículo, contar con licencia y póliza de seguro vigente, extintor en unidad y circular con luces encendidas, la cual será verificado por el vigilante. Dentro de las instalaciones, la velocidad máxima permitida es de 10 km/h.
- Los proveedores, subcontratistas y/o visitantes, se obligan a realizar sus labores dentro de las instalaciones en riguroso cumplimiento a las disposiciones legales y normatividad aplicable.

- Acatar en cualquier momento, todos los lineamientos, especificaciones, reglamentos, políticas y, en general cualquier disposición legal que la empresa tenga o pudiera tener en lo futuro dentro de sus instalaciones de trasvase de combustibles, debiendo contar con zapatos con casquillo, casco dieléctrico, chaleco con reflejantes, así como el equipo de seguridad específico para sus actividades a desempeñar. (arnés, lentes, guantes, tapones, cinta de barricada o acordonamiento, etc.).
- La desviación de estas medidas de seguridad será motivo para no permitir el acceso, o causa suficiente para el retiro inmediato de nuestras instalaciones.

III.4. Planes y programas

Programa de Prevención de Accidentes (PPA)

Desarrollar de acuerdo con el artículo 147 de la LGEEPA, los establecimientos en operación que realicen actividades altamente riesgosas deben formular ante la ASEA dicho Estudio y someter el PPA a la aprobación.

El PPA, es un documento a través del cual una persona física o moral que realiza actividades consideradas como altamente riesgosas, describe las medidas y acciones de prevención contra los riesgos analizados en el Análisis de Riesgo Ambiental.

El PPA deberá contener:

- Descripción de las características físicas del entorno.
- Descripción de las características socio-económicas.
- Infraestructura, Servicios de Apoyo y Zonas Vulnerables.
- Materiales peligrosos manejados y zonas potenciales de afectación.
- Listado de materiales peligrosos.
- Descripción de los procesos productivos.
- Eventos detectados en el Estudio de Riesgo Ambiental.
- Identificación de medidas preventivas para controlar, mitigar o eliminar las consecuencias y reducir su probabilidad.
- Sistemas de seguridad.
- Medidas preventivas.
- Plan de respuesta de emergencias.
- Procedimientos Específicos para la Respuesta a los Posibles Eventos de Riesgo Identificados dentro de la instalación.
- Directorio de la Estructura Funcional para la Instrumentación del Plan de Respuesta a Emergencias al interior y exterior de las instalaciones.

- Métodos de limpieza y/o descontaminación en el interior y exterior de la planta.
- Plan de respuesta a emergencias químicas nivel externo.
- Procedimientos Específicos para la Respuesta a Emergencias cuando el nivel de afectación rebasa los límites de propiedad de la instalación.
- Inventario de equipo y servicios con que se cuenta para la atención de emergencias.
- Principales vialidades identificadas para el ingreso de grupos de ayuda externa.
- Procedimientos Específicos para la comunicación de Riesgos.
- Procedimientos para el desarrollo de simulacros con la población aledaña.
- Programa de simulacros

Programas de mantenimiento

La estación de trasvase cuenta desarrollará un programa de mantenimiento de equipos e instalaciones, que contemple a todas las instalaciones existentes y a todos los equipos e instalaciones nuevos (proyecto de trasvase de combustibles), en el que se establezcan los permisos, el equipo de protección personal, las áreas y tiempos de la realización de los trabajos de mantenimiento y bajo que condiciones se realizarán los trabajos de mantenimiento en las áreas sensibles de riesgos de la terminal de trasvase de combustibles.

Este programa o plan de mantenimiento se llevará en un formato Excel o similar, y están el total de equipos y maquinaria, con sus fechas programadas, descrito el mantenimiento que se realizará y que se realizó, las horas de operación de los equipos, así como sí el mantenimiento realizado fue correctivo, preventivo o programado.

Planes de realización de simulacros

Se llevarán a cabo los programas de simulacros encaminada a la prevención y atención de emergencias, se tiene una planeación para llevar a cabo estas actividades llevándose como mínimo una vez cada 12 meses; los simulacros que se llevan a cabo son:

- De operaciones contra incendio.
- Simulacro de evacuación, búsqueda y rescate.
- Simulacro de primeros auxilios.

Las actividades que tienen que ver con materiales combustibles (operaciones de trasvase) , se realizarán más continuos (al menos 2 o 3 simulacros anuales), donde intervengan los materiales altamente combustibles simulando los eventos considerados dentro del presente estudio, considerando los áreas de afectación, es decir, las zonas de más alto riesgo, zonas de seguridad o amortiguamiento, actuación de las principales brigadas; de tal manera que se vean las deficiencias y/o faltantes en cuanto a equipamiento, capacitación, etc.

Programas de emergencia

Procedimiento de control de incendios

- Dar aviso al personal y accionar las alarmas disponibles y apagar el vehículo en el caso de transporte.
- Evacuar al personal que se encuentre en el área de influencia a un lugar distante y seguro.
- Suspender el suministro de energía en el tablero de control.
- Combatir el fuego con extintores (fosfato mono amoniaco).
- Llamar a las entidades de emergencia en caso de no poder controlar el fuego. Los números de contacto de las entidades deben estar ubicados en un lugar visible cerca del teléfono.

En caso de iniciarse un incendio cercano evacuar el área y apagar el fuego desde una distancia segura. Utilizar aparato de respiración de presión positiva y proteger ojos y piel. Usar agua para enfriar contenedores expuestos al fuego a fin de proteger al personal. Recupere el agua utilizada ya que puede arrastrar contaminación.

En caso de presentarse un incendio, se debe elaborar un informe en el que se registre el tipo, fecha y hora del incidente, los motivos que lo causaron, las acciones adoptadas, las personas que participaron y las recomendaciones que permitan evitar este tipo de accidentes en el futuro.

Programas de atención en caso de derrames de combustibles (gasolina y diésel)

En el caso de derrames durante el transporte o trasvase interno:

- Se mantendrá alejado al personal no autorizado, así como a personal autorizado que cuente con los elementos de protección personal adecuados
- Se demarcará la zona del derrame.

Materiales de uso para el caso de derrames de combustibles (gasolina y diésel)

Se dispondrá de los siguientes implementos para controlar derrames, estando el personal debidamente capacitado para su uso:

- Contenedor con materiales absorbentes (arena y/o aserrín) de fácil manipulación, o kit de contención de derrame,
- Contenedor vacío, debidamente rotulado para el resguardo y disposición de los desechos del derrame,
- Elementos de protección personal de acuerdo al producto derramado: ropa impermeable y resistente al producto, guantes adecuados por categoría de residuos, botas, lentes de seguridad para la protección del personal encargado de la manipulación (se debe verificar en hoja de seguridad),
- Barreras y elementos de señalización para el aislamiento de la zona afectada.

Asimismo, el personal debe tener a su disposición:

- Instrucciones o procedimiento sobre el modo de contener el derrame de forma eficaz y segura
- Hojas de seguridad donde se indican los riesgos, elementos de protección y aspectos básicos del control de derrames para cada material en particular.

Procedimiento de atención de derrames:

Para proceder frente a un derrame o fuga se deben considerar los siguientes pasos:

Evaluar el incidente.

- Evalúe el área y localice el derrame o fuga.
- Identifique el producto químico o combustible para determinar composición y riesgos.
- Recorra a las hojas de seguridad e identifique los posibles riesgos en el curso del derrame frente a materiales, equipos y trabajadores.
- Intente detener el derrame o fuga al nivel de su origen, sólo si lo puede hacer en forma segura y está autorizado, con materiales absorbentes. Si lo va a hacer en esta etapa, utilice elementos de protección personal.
- Evite el contacto directo con los productos químicos.

Notificar a la brigada de atención de emergencias

- Entregue toda la información posible a la brigada de atención de emergencias, para que se proceda al control de la emergencia. Esto incluye equipos, materiales y áreas afectadas. Señalar ubicación, productos comprometidos, cantidad, su dirección y condición actual.
- La brigada de atención a emergencias de la estación de trasvase, debe comunicar a la Administración de la empresa para determinar si la emergencia podría involucrar a otras secciones, así como intervención del área de bomberos del municipio.
- Realizar el aviso oportuno a las autoridades competentes.

Asegurar el área

- Alerta a sus compañeros sobre el derrame. De ser necesario, evite que se acerquen.
- Ventilar el área si se requiere.
- Acordonar con barreras, rodeando la zona (área contaminada).
- Rodear con materiales absorbentes.
- Apague toda fuente de ignición.
- Disponga de un extintor (fosfato mono amoniaco) para prevenir una posible inflamación.

Controlar y contener el derrame

- Antes de comenzar con el control o contención del derrame, debe colocarse los elementos de protección personal necesarios: Ropa adecuada impermeable y resistente a los productos químicos; guantes protectores; lentes de seguridad; protección respiratoria.
- Localice el origen del derrame y controle el problema a este nivel.
- Contenga con barreras, diques y/o materiales absorbentes. Si el derrame es sobre superficie impermeable, esto para contener rápidamente formando un dique con el producto absorbente, comenzando sobre la menor cota de suelo en caso de pendiente, evitando que llegue a fuentes de agua o infiltre al suelo.

Limpiar la zona contaminada

- Intentar recuperar el producto si es posible.
- Absorber o neutralizar. Para el caso de ácidos o bases, procede la neutralización.
- Lavar la zona contaminada con agua, en caso que no exista contraindicación. Si parte del suelo se contaminó extraer el mismo y llevar a contenedores adecuados.
- Rotular adecuadamente todos los contenedores donde se van depositando los residuos.
- Todos los productos recogidos, deben tratarse como residuos peligrosos.

Descontaminar los equipos y al personal

- Disponer de una zona de descontaminación.
- Lavar equipos y ropa utilizada.
- Las personas que intervinieron en la descontaminación deben bañarse.

Después de la Emergencia

- Verificar que se detuvo el derrame.
- Verificar la cantidad de producto derramado.
- Verificar que todos los residuos, incluidos los materiales utilizados para contención de derrames sean debidamente resguardados y se les de disposición conforme al marco legal vigente.
- El encargado debe asegurarse de coordinar el retiro del producto derramado con una empresa autorizada.

Registros

Se debe llenar un registro o informe cada vez que se produzca una fuga o derrame, con el fin de establecer cuáles son los principales sitios o actividades con mayor riesgo de derrames. Esta debería incluir:

- Descripción del incidente o accidente,

- Descripción del efecto ambiental,
- Principales riesgos de seguridad y salud,
- Referencia a documentación y material de seguridad de relevancia,
- Nombres y responsabilidades del personal clave (fuera y dentro de la organización),
- Números de contacto telefónico (fuera y dentro de la organización),
- Materiales e información técnica (incluyendo ubicaciones),
- Equipamiento requerido (incluyendo ubicaciones),
- Instrucciones especiales / Acciones.

Procedimientos específicos

A continuación, se proponen algunos ejemplos de instructivos a incorporar en la instalación y poner a disposición del personal.

Instructivo para el control de infiltraciones

- Detener la dispersión. Recoger, limpiar y secar con materiales absorbentes, tales como aserrín o arena.
- Resguardo y disposición de los materiales contaminados con el material derramado, tales como aserrín o arena en contenedores adecuados para estos residuos dentro de la bodega de residuos peligrosos, alejados de fuentes de ignición y protegidos del agua.
- El material derramado se depositará en los contenedores correspondientes para ser resguardado y, posteriormente, enviado a destinatario autorizado.
- Se dejará el lugar completamente limpio.
- El encargado de área debe llenar un registro o informe del Incidente/Accidente Ambiental, el que debe incluir un análisis de causas del derrame, las medidas preventivas y correctivas a adoptar y la respuesta de la organización ante la emergencia. Lo anterior con el objeto de efectuar una readecuación del Plan de Emergencia si fuera necesario.

Instructivo para el control de derrames

- Identificar el origen del derrame y detener inmediatamente la fuente del mismo para evitar que llegue a alguna fuente de agua o infiltre al suelo.
- Dar aviso oportuno al personal encargado de la zona de la presencia de la emergencia.
- Aislar el área afectada, suspender las operaciones de dicha área y controlar posibles fuentes de ignición.
- Determinar el área de alcance del derrame y confinarlo con diques de arena, aserrín o materiales absorbentes, evitando que el material derramado se infiltre al suelo o entre en contacto con agua u otro líquido.

- Recoger, limpiar y secar el material derramado con materiales absorbentes, tales como aserrín o arena y recolectar con baldes u otros recipientes el derrame. Durante esta operación se deberán utilizar guantes impermeables y no se deberá aplicar agua ni otro líquido sobre el derrame.
- El resguardo y la disposición de los materiales contaminados con el material derramado, alejados de fuentes de ignición y protegidos del agua.
- El material derramado se depositará en los contenedores correspondientes para su resguardo y la disposición y, posteriormente, enviarlos a destinatario autorizado.
- Se dejará el lugar completamente limpio.
- El encargado de área debe llenar un registro o informe del Incidente/Accidente Ambiental, el que debe incluir un análisis de causas del derrame, las medidas preventivas y correctivas a adoptar y la respuesta de la organización ante la emergencia. Lo anterior con el objeto de efectuar una readecuación del Plan de Emergencia si fuera necesario.

Instructivo para el control de Derrames durante el transporte interno de materiales

- Identificar el origen del derrame y detener inmediatamente la fuente del mismo para evitar que llegue a alguna fuente de agua o infiltre al suelo.
- Notificar a la Autoridad local más cercana, a la empresa Transportista y a los teléfonos que aparecen en la Hoja de Datos de Seguridad.
- Determinar el área de alcance del derrame y confinarla con diques de arena, aserrín o materiales absorbentes, evitando que los combustibles entren al sistema de alcantarillado, al suelo o entre en contacto con agua u otro líquido.
- Recoger, limpiar y secar el residuo derramado con materiales absorbentes, tales como aserrín o arena y recolectar con baldes u otros recipientes el derrame. Durante esta operación se deberán utilizar guantes impermeables y no se deberá aplicar agua ni otro líquido sobre el residuo.
- En caso de ser necesario remediar el suelo contaminado.
- Resguardo y disposición de los materiales contaminados con el material derramado, tales como aserrín o arena en contenedores adecuados para estos residuos, alejados de fuentes de ignición y protegidos del agua.
- El material derramado se depositará en los contenedores correspondientes para su resguardo y disposición y, posteriormente, enviarlos a destinatario autorizado.
- Se dejará el lugar completamente limpio.
- El Encargado de área debe llenar un registro o informe del Incidente/Accidente Ambiental, el que debe incluir un análisis de causas del derrame, las medidas preventivas y correctivas a adoptar y la respuesta de la organización ante la emergencia. Lo anterior con el objeto de efectuar una readecuación del Plan de Emergencia si fuera necesario.

CAPITULO IV: RESUMEN

CONTENIDO

IV. RESUMEN	3
IV.1 Conclusiones y Recomendaciones	3
Escenario 1: “Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.”	7
Consideraciones	8
Escenario 2: “Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.”	8
Consideraciones	9
Escenario 3: “Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en desacople de 100% durante un tiempo de 1 minuto.”	9
Consideraciones	9
Escenario 4: “Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en desacople del 100% durante un tiempo de 1 minutos.”	10
Consideraciones	10
Efecto dominó con gasolina o diésel	12
Efectos sobre el Sistema Ambiental	13
Medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.	14
IV.2 Informe Técnico	14
Sustancias Involucradas	14
Antecedentes de Accidentes e Incidentes	15
Identificación y Jerarquización de riesgos ambientales	16
Estimación de consecuencias	16
Criterios Utilizados	16

IV. RESUMEN

IV.1 Conclusiones y Recomendaciones

La ingeniería básica y de diseño para la construcción de la estación de trasvase de hidrocarburos, de PRESTADORA DE SERVICIOS MTR SA DE CV, se realizó tomando como base los diseños la bibliografía internacional, códigos nacionales de construcción, así como lo establecido en el marco legal mexicano en materia de ingeniería civil, seguridad e higiene y medio ambiente.

Por lo que hace a las normas utilizadas en el proyecto, es conveniente mencionar que los sistemas y las instalaciones fueron diseñados de acuerdo con la última edición de las Normas, Reglamentos, Leyes, Criterios, Códigos, Especificaciones Técnicas de la CFE y Reglamentos Internacionales.

Como resultado de la evaluación de las cantidades a operar en relación a la cantidad de sustancias peligrosas contenidas en los combustibles como lo es la gasolina y el diésel, de conformidad al Reporte del 1er y 2o listado de Actividades Altamente Riesgosas, se concluye que las sustancias que rebasan la cantidad de reporte son: Tolueno (5-10%) en la gasolina Exxon mobil y Etil benceno (0.-1%) en el diésel Exxon mobil.

Para la identificación de los riesgos asociados de las sustancias antes mencionadas se utilizó la metodología de HAZOP, cuyos eventos identificados mediante la metodología HAZOP, asociados con accidentes de toxicidad, explosión y fuego, los materiales y sustancias de riesgo y las líneas de proceso mencionadas se presentan a continuación:

NODO/LINEA: Sistema de trasvase de combustibles líquidos (gasolina o diésel).

- Derrame de gasolina o diésel por desconexión de manguera al incrementarse el flujo durante el trasvase de combustibles.
- Posible fuga de gasolina o diésel en conexiones por incremento de temperatura en la descarga, debido a una mala operación.
- Fuga de material (gasolina o diésel) por ruptura de tubería o conexiones, al incrementar la presión en CT o Pipa.
- Derrame de gasolina o diésel (incremento de nivel en la Pipa) por mala Operación.
- Derrame de gasolina o diésel (válvula abierta en la Pipa) por mala operación.
- Derrame de gasolina o diésel en la Pipa por mala operación.
- Posible reacción de gasolina o diésel al mezclarlo con un producto incompatible por error en trasvase o por remanentes en Pipa.

Para la jerarquización La clasificación de riesgo relativo en función de lo que es comúnmente conocido como **“el peor de los casos”**, de acuerdo con el método HAZOP es un procedimiento para clasificar las áreas de proceso, y transportación dentro de una instalación de acuerdo al riesgo relativo asociado dentro de estas áreas.

Los escenarios seleccionados son los que se consideraran **“Peor Caso”**, es decir la liberación mayor o total del material al medio ambiente, y sin ningún sistema de control que pudiera mitigar los

impactos en el entorno (General Guidance for Risk Management Programs (40 CFR part. 68), disponible desde EPA en <http://www.epa.gov/ceppo/>).

Esta metodología de evaluación utiliza un diagrama de pasos lógicos de seguimiento para todos los posibles eventos que se relacionen con la liberación de sustancias químicas peligrosas.

La dispersión de materiales en fase gaseosa en la atmósfera se basa en una función de la distribución normal (campana de Gauss), la cual depende de dos variables: la tasa de emisión y la desviación estándar. El modelo predice, a nivel de suelo y en el corto término (<24 hrs.), concentraciones de contaminantes no reactivos. Se utilizó una base de datos meteorológicos previamente asentados y procesados estadísticamente.

El programa se auxilia con un modelo para determinar la tasa de derrame de una unidad, el trasvase, etc. y la formación de charco, así también para fuga de material gaseoso.

De los resultados de la evaluación matemática, se establecen los eventos que representan las afectaciones más considerables debido a:

- Emisión y dispersión en la atmósfera de sustancias tóxicas.
- Zonas de mayor impacto adverso por ondas de sobre presión.
- Zonas afectadas por radiación de incendios.

Como resultado de lo anterior se definieron las zonas de amortiguamiento necesarias para la empresa, los radios de afectación críticos respecto a la comunidad y el interior de la empresa, principalmente.

Debido a la toxicidad de las sustancias químicas peligrosas, para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, se utilizaron los siguientes criterios tal como se indican en las guías de elaboración de estudios de riesgo.

Zonas a Evaluar	Toxicidad (Dispersión atmosférica)	Inflamabilidad (radiación calórica)	Explosividad (ondas de sobre presión)
Zona de Alto Riesgo	IDLH ⁽¹⁾ (IPVS)	5 KW/m ² o 1,500 BTU/Pie ² h	1.0 lb/plg ²
Zona de Amortiguamiento	TLV _{TWA} ⁽²⁾ (LMPE-PPT) TLV _{STEL} ⁽³⁾ (LMPE-CT)	1.4 KW/m ² o 440 BTU/Pie ² h	0.5 lb/plg ²

(1) IDLH = Immediately Dangerous to Life or Health (NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards)

IPVS = Inmediatamente peligroso para la vida y salud (NOM-018-STPS-2000).

(2) Threshold Limit Values-Time Weighted Average for Chemical: ACGIH American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

LMPE-PPT = Límite máximo permisible de exposición promedio ponderado para 8 hrs. (NOM-010-STPS-1999).

- (3) Threshold Limit Values-Short Term Exposure Limit for Chemical: ACGIH American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

LMPE-CT = Límite máximo permisible de exposición de corto tiempo para 15 min. (NOM-010-STPS-1999).

Los criterios de comparación de efectos por sobre presión se muestran en la siguiente tabla:

Presión máxima (lb/plg ²)	Daño producido por la explosión
0.50	La presión a la que se presenta ruptura del 10 % de ventanas de vidrio y algunos daños a techos, con una probabilidad del 95 % de que no ocurran daños serios.
1,0	Es la presión que puede causar destrucción parcial de casas y daños reparables a edificios, provocando el 1 % de ruptura de tímpanos y el 1 % de heridas serias por proyectiles.

Los criterios de comparación de efectos por sobre presión se muestran en la siguiente tabla:

Intensidad de Radiación (kW/m ²)	Efecto Observado (World Bank)
1,4 kW/m ²	No causará incomodidad durante exposición prolongada.
5,0 kW/m ²	Energía mínima requerida para la ignición pilotada de madera, fundición de tubería de plástico.

Para determinar los radios potenciales de afectación, se utilizó el programa de simulación ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) ver 5.4.6., desarrollado por U.S. Environmental Protection Agency's Chemical Emergency Preparedness and Prevention Office (CEPPO) y la National Oceanic and Atmospheric Administration's Office of Response and Restoration (NOAA OR&R).

Posterior a la evaluación de riesgo para identificar los eventos que generarían una emisión a la atmósfera de los gases tóxicos y como consecuencia de haber obtenido las recomendaciones que preventivamente aplicadas evitarán que éstos ocurran; se procede a realizar la evaluación matemática, empleando para ello el evento que represente la mayor cantidad de material liberado a la atmósfera.

Los eventos modelados en cada escenario fueron incendio y explosión. De acuerdo con la "Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo" de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

De acuerdo a lo establecido en el análisis de riesgo los nodos a modelar conforme a la jerarquización realizada son:

Escenarios de modelación para gasolina al 20 y 100%

No.	Descripción del escenario evaluado <Evento><equipo><causa> <sustancia><impacto>	Contenido involucrado			Cantidad de Material Liberada		
		Volumen	Nivel	Máximo	Emisión*	Duración	Liberación
		Litros/min	%	Kg	kg/seg	min	Kg
1	Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.	303	20	788	263	3	788
3	Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de 100% del desacople de la manguera de 3 pulgadas durante un tiempo de 1 minuto.	1,514	100	1,312	21.9	1	1,312

Escenarios de modelación para diésel al 20 y 100%

No.	Descripción del escenario evaluado <Evento><equipo><causa> <sustancia><impacto>	Contenido involucrado			Cantidad de Material Liberada		
		Volumen	Nivel	Máximo	Emisión*	Duración	Liberación
		Litros/min	%	Kg	kg/seg	min	Kg
2	Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.	303	20	787	262	3	787
4	Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de 100% del desacople de la manguera de 3 pulgadas durante un tiempo de 1 minuto.	1,514	100	1,312	21.9	1	1,312

La descripción de los escenarios se indica a continuación:

Escenario 1: “Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.”

La fuga es ocasionada por errores humanos al verificar que no se haya conectado de manera cual existe una fuga proporcional al 20% del flujo existente por la presión ejercida por la bomba del equipo. Los sistemas de protección de flujo, detectores de explosividad y la supervisión del operador en el equipo de trasvase, logran suspender la operación de descarga y con ello se detiene la salida de producto.

La gasolina que se alcanza a fugar y que se derrame por la pendiente a través de las canaletas se conduce hasta la contención o caja receptora de derrames. Dado que la gasolina es un compuesto, se ha corrido el escenario con uno de los constituyentes de mayor interés (Tolueno) para la salud y el ambiente para esta actividad.

Consideraciones

1. El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga se considera de 3 minutos, debido a que el sistema de verificación de llenado cuenta con un sistema de monitoreo de presión, temperatura y flujo, los cuales estarán siendo monitoreados durante el llenado del buque tanque a la pipa por el personal encargado de la operación del sistema de trasvase de combustibles (gasolina). Además de contar con válvulas de corte automático que bloquean el suministro de gas en caso de detectar una caída de presión en cualquier punto del sistema de verificación.
2. El líquido de combustible que se escapa por la fisura diametral del 20%, forma una atmósfera tóxica (tolueno), una nube explosiva y una nube de explosión al alcanzar una chispa externa causando ignición.
3. El evento de realiza una temperatura de 22°C, con un flujo de fuga de gasolina de 303 litros por minuto, a una presión de vapor de 0.032 atmósferas, con un porcentaje de saturación de 3.46% o 34,578 ppm, la velocidad del viento es de 2 m/s a nivel de 3 metros del piso, con una humedad relativa del 20%.
4. La masa liberada de gasolina (tolueno) es de 788 kilogramos a un flujo de 263 litros/minuto.

Escenario 2: “Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.”

La fuga es ocasionada por errores humanos al verificar que no se haya conectado de manera correcta la manguera de 3” al equipo de trasvase de diésel del buque tanque a la pipa, para lo cual existe una fuga proporcional al 20% del flujo existente por la presión ejercida por la bomba del equipo. Los sistemas de protección de flujo, detectores de explosividad y la supervisión del operador en el equipo de trasvase, logran suspender la operación de descarga y con ello se detiene la salida de producto.

La gasolina que se alcanza a fugar y que se derrame por la pendiente a través de las canaletas se conduce hasta la contención o caja receptora de derrames. Dado que el diésel es un compuesto, se ha corrido el escenario con uno de los constituyentes de mayor interés (Etil benceno) para la salud y el ambiente para esta actividad.

Consideraciones

1. El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga se considera de 3 minutos, debido a que el sistema de verificación de llenado cuenta con un sistema de monitoreo de presión, temperatura y flujo, los cuales estarán siendo monitoreados durante el llenado del buque tanque a la pipa por el personal encargado de la operación del sistema de trasvase de combustibles (gasolina). Además de contar con válvulas de corte automático que bloquean el suministro de gas en caso de detectar una caída de presión en cualquier punto del sistema de verificación.
2. El líquido de combustible que se escapa por la fisura diametral del 20%, forma una atmósfera tóxica (tolueno), una nube explosiva y una nube de explosión al alcanzar una chispa externa causando ignición.
3. El evento de realiza una temperatura de 22°C, con un flujo de fuga de gasolina de 303 litros por minuto, a una presión de vapor de 0.011 atmósferas, con un porcentaje de saturación de 1.14% o 11,412 ppm, la velocidad del viento es de 2 m/s a nivel de 3 metros del piso, con una humedad relativa del 20%.
4. La masa liberada de gasolina (tolueno) es de 787 kilogramos a un flujo de 262 litros/minuto.

Escenario 3: “Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en desacople de 100% durante un tiempo de 1 minuto.”

La fuga es ocasionada por error humanos al verificar que no se haya conectado de manera correcta la manguera de 3” al equipo de trasvase de gasolina del buque tanque a la pipa, para lo cual existe una fuga de desacople al 100% del flujo existente por la presión ejercida por la bomba del equipo. Los sistemas de protección de flujo, detectores de explosividad y la supervisión del operador en el equipo de trasvase, logran suspender la operación de descarga y con ello se detiene la salida de producto.

La gasolina que se alcanza a fugar y que se derrame por la pendiente a través de las canaletas se conduce hasta la contención o caja receptora de derrames. Dado que la gasolina es un compuesto, se ha corrido el escenario con uno de los constituyentes de mayor interés (Tolueno) para la salud y el ambiente para esta actividad.

Consideraciones

1. El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga se considera de 1 minuto, debido a que el sistema de verificación de llenado cuenta con un sistema de monitoreo de presión, temperatura y flujo, los cuales estarán siendo monitoreados durante el llenado del buque tanque a la pipa por el personal encargado de la operación del sistema de trasvase de combustibles (gasolina). Además de contar con válvulas de corte automático que bloquean el suministro de gas en caso de detectar una caída de presión en cualquier punto del sistema de verificación.

2. El líquido de combustible que se escapa por la fisura diametral del 100%, forma una atmósfera tóxica (tolueno), una nube explosiva y una nube de explosión al alcanzar una chispa externa causando ignición.
3. El evento de realiza una temperatura de 22°C, con un flujo de fuga de gasolina de 1,514 litros por minuto, a una presión de vapor de 0.032 atmósferas, con un porcentaje de saturación de 3.46% o 34,578 ppm, la velocidad del viento es de 2 m/s a nivel de 3 metros del piso, con una humedad relativa del 20%.
4. La masa liberada de gasolina (tolueno) es de 1,312 kilogramos a un flujo de 1,514 litros/minuto.

Escenario 4: “Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en desacople del 100% durante un tiempo de 1 minutos.”

La fuga es ocasionada por error humano al verificar que no se haya conectado de manera correcta la manguera de 3” al equipo de trasvase de diésel del buque tanque a la pipa, para lo cual existe una fuga proporcional al 100% del flujo existente por la presión ejercida por la bomba del equipo. Los sistemas de protección de flujo, detectores de explosividad y la supervisión del operador en el equipo de trasvase, logran suspender la operación de descarga y con ello se detiene la salida de producto.

La gasolina que se alcanza a fugar y que se derrame por la pendiente a través de las canaletas se conduce hasta la contención o caja receptora de derrames. Dado que el diésel es un compuesto, se ha corrido el escenario con uno de los constituyentes de mayor interés (Etil benceno) para la salud y el ambiente para esta actividad.

Consideraciones

1. El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga se considera de 1 minuto, debido a que el sistema de verificación de llenado cuenta con un sistema de monitoreo de presión, temperatura y flujo, los cuales estarán siendo monitoreados durante el llenado del buque tanque a la pipa por el personal encargado de la operación del sistema de trasvase de combustibles (diésel). Además de contar con válvulas de corte automático que bloquean el suministro de gas en caso de detectar una caída de presión en cualquier punto del sistema de verificación.
2. El líquido de combustible que se escapa por el desacople diametral del 100%, forma una atmósfera tóxica (tolueno), una nube explosiva y una nube de explosión al alcanzar una chispa externa causando ignición.
3. El evento de realiza una temperatura de 22°C, con un flujo de fuga de gasolina de 1,514 litros por minuto, a una presión de vapor de 0.011 atmósferas, con un porcentaje de saturación de 1.14% o 11,412 ppm, la velocidad del viento es de 2 m/s a nivel de 3 metros del piso, con una humedad relativa del 20%.
4. La masa liberada de gasolina (tolueno) es de 1,311 kilogramos a un flujo de 1,514 litros/minuto.

Como resultado de la evaluación matemática realizada para la determinación de zonas de alto riesgo y amortiguamiento, se presentan los siguientes radios de las áreas de afectación por la emisión a la atmósfera de sustancias tóxicas.

Los resultados de las simulaciones de los eventos, se puede encontrar en el Anexo del presente estudio, Resultados del Análisis de Riesgo: Identificación y Simulación

Tabla. Resultados de las modelaciones de los radios de afectación

No.	Descripción del escenario evaluado. EVENTO	Radios de afectación (m)					
		Toxicidad		Explosión		Fuego	
		IDLH (500 ppm)	TLV-TWA (50 ppm)	1.0 psi	0.5 psi	5.0 KW/m ²	1.4 KW/m ²
1	Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.	231	989	53	144	NEL	43
2	Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20% durante un tiempo de 3 minutos.	99	1,100	NEL	138	NEL	43
3	Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de 100% del desacople de la manguera de 3 pulgadas durante un tiempo de 1 minuto.	452	1,200	129	317	NEL	113
4	Potencial derrame de trasvase de diésel (Etil benceno) a través de la fuga de 100% del desacople de la manguera de 3 pulgadas durante un tiempo de 1 minuto.	232	1,300	126	306	NEL	108

NEL: No excede el nivel de 1.0 psi.

Con relación a las interacciones de riesgo en el entorno de las instalaciones de trasvase y su efecto en el medio ambiente.

Tabla. Radios de afectación de alto riesgo con gasolina al 20 y 100%

Escenario	Radio de afectación 20% (m)	Radio de afectación 100% (m)
Potencial derrame de trasvase de gasolina (Tolueno) a través de la fuga de la manguera de 3 pulgadas en un	Toxicidad	
	231	452

Escenario	Radio de afectación 20% (m)	Radio de afectación 100% (m)
orificio de 20% y desacople del 100% durante un tiempo de 3 y 1 minutos.	Nube tóxica	
	53	129
	Fuego	
	43	108
Daños al personal	Intoxicación crónica al personal de trabajo de la estación de trasvase en los 15 segundos presentando muerte por inhalación.	Intoxicación aguda al personal de trabajo de la estación de trasvase en 40 segundos, causando severo dolor de cabeza
	Personas que se encuentren dentro de la estación de trasvase o transiten al momento que ocurra el siniestro en las áreas aledañas por nube explosiva o fuego, así como las que pudiera afectar al área de almacenamiento de granos y fertilizantes: <ul style="list-style-type: none"> • A los 20 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo, • A los 60 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio. 	
Daños a la vegetación	Daños parciales a la vegetación de tipo agrícola presente en el área.	
Daños a la infraestructura	Daños a la infraestructura parcialmente de la espuela de ferrocarril, accesos de caminos y almacén de granos y fertilizantes.	

Efecto dominó con gasolina o diésel

En el caso de que se presentará un evento simultáneo denominado “**efecto domino de fuga de fuga de combustibles gasolina o diésel de ruptura al 100% o 20%**”, para nube explosiva o fuego sus efectos solo serían dentro de la de la estación de trasvase, lo que un evento causaría sería:

1. Daños parciales a la infraestructura presente en la estación de trasvase de las espuelas de ferrocarril, equipos de transferencia, pipas de carga y auto tanques, así como posibles daños a la carretera de acceso y almacén de granos y fertilizantes vecina.
2. Personas que se encuentren laborando dentro del SAR al momento que ocurra el siniestro:
 - A los 13 segundos de exposición a la radiación, presentarán dolor severo.
 - A los 40 segundos, presentarán quemaduras de segundo grado, considerando también

Efectos sobre el Sistema Ambiental

Las operaciones de del proyecto, están vinculadas a las que se realizan en sus alrededores, en cuanto al trasvase de combustibles (gasolina y diésel).

Los impactos adversos esperados se relacionan con la liberación accidental las sustancias manejadas en la empresa, pudiéndose llegar a afectar a las instalaciones de la misma, a su personal y a empresas vecinas ubicadas entre una distancia entre 100 y 1,300 metros, esto debido a que se encuentran en la dirección favorable del viento predominante.

Las principales causas encontradas y que pueden llegar a generar eventos con liberación masiva de sustancias químicas se relacionan con el mantenimiento de las instalaciones y la operación de los procesos de trasvase.

No se identifican causas naturales tales como fenómenos hidrometeorológicos, debido a que estos ocurren de manera estacional y la empresa cuenta con procedimientos e infraestructura para asegurar la operación de los combustibles de manera segura.

La empresa, cuenta con personal técnico y de operación con la experiencia suficiente para manejar estos procesos. Así como con programas de mantenimiento eficaces. La empresa cuenta también con procedimientos de operación, mantenimiento y de seguridad.

Así también los recursos para atención de emergencias propios y suministrados por servicios contratados, son suficientes y adecuados.

Aún y cuando la empresa cuenta con los recursos suficientes para la administración de riesgo por la operación con combustibles, es muy necesario que se cumpla con las recomendaciones aquí establecidas, con el propósito de prevenir la liberación accidental de estos combustibles, así como la afectación de la salud de los trabajadores, de alguna comunidad externa, así como de las mismas instalaciones de la empresa.

Por último, en cuanto a la infraestructura urbana y los asentamientos humanos, se puede observar que dentro del área de alto riesgo no existen asentamientos humanos, pero sí los hay dentro del radio de amortiguamiento, por lo que los posibles efectos a la salud serían leves, en caso de presentarse alguno no sería de consecuencias graves, pues los niveles o concentraciones elevadas se tendrán en caso de toxicidad a no más de 100 metros de la estación de trasvase de combustibles, dentro de la terminal.

Medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.

Como parte de sus actividades e instalaciones, se cuenta con las siguientes medidas para reducir los riesgos relacionados con el manejo de las sustancias químicas peligrosas en el proyecto:

- Señalamientos de seguridad a través de código de colores, de acuerdo con la NOM-026-STPS-2008,
- Sistemas de identificación de riesgos en tanques y en tuberías que conducen fluidos peligrosos, de acuerdo con las normas 018 y 026 de la STPS,
- Sistema indicador de dirección de viento,
- Plan de Respuesta a Emergencias y Protección Civil,
- Sistema contra incendio,
- Medios para contención de derrames y recuperación de los mismos,
- Brigadas de Respuesta a Emergencia,
- Programas de mantenimiento e integridad mecánica de las instalaciones estáticas y dinámicas,
- Programas de Capacitación a personal de la empresa, contratistas, visitantes y proveedores,
- Inspecciones de Seguridad.

IV.2 Informe Técnico

Sustancias Involucradas

No.	Número Químico de la sustancia/CAS En el evento/escenario	Contenido involucrado			Cantidad de Material Liberada		
		Volumen	Nivel	Máximo	Emisión*	Duración	Liberación
		Litros	%	Kg	kg/min	min	Kg
1	Tolueno en gasolina 108-88-3	303	20	788	263	3	788
2	Etil benceno en diésel 100-41-4	303	20	787	262	3	787
3	Tolueno en gasolina 108-88-3	1,514	100	1,312	21.9	1	1,312
4	Etil benceno en diésel	1,514	100	1,312	21.9	1	1,312

No.	Número Químico de la sustancia/CAS En el evento/escenario	Contenido involucrado			Cantidad de Material Liberada		
		Volumen	Nivel	Máximo	Emisión*	Duración	Liberación
		Litros	%	Kg	kg/min	min	Kg
	100-41-4						

Antecedentes de Accidentes e Incidentes

Año	Ciudad o País	Instalación	Sustancia involucrada	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales)	Acciones realizadas
1970	Buenos aires	Gasolinería	Gasolina	Explosión	Fuga de combustible	Aire y suelo	ND
1972	Buenos aires	Gasolinería	Gasolina	Explosión	Fuga de combustible	Aire y suelo	ND
1975	Buenos aires	Gasolinería	Gasolina	Explosión	Explosión de tanque de almacenamiento	Aire y suelo	ND
2003	Buenos aires	Gasolinería	Gasolina	Explosión	Falla de equipo de descarga	Aire y suelo	ND
2005	Bolivia	Gasolinería	Gasolina	incendio	Falla de Distribuidor de combustible	Aire	ND
2006	Costa Rica	Gasolinería	Gasolina	incendio	Falla de Distribuidor de combustible	Aire	ND
2008	Oaxaca	Pipa de transporte	Gasolina	incendio	Exceso de velocidad	Aire	ND
2010	Morelos	Pipa de transporte	Gasolina	incendio	Exceso de velocidad	Aire	ND
2011	Puebla	Pipa de transporte	Diésel	incendio	Exceso de velocidad	Aire	ND
2016	Ciudad Juárez	Gasolinería	Gasolina	incendio	Toma clandestina	Aire	ND

Identificación y Jerarquización de riesgos ambientales

No. de evento	Falla	Accidente Hipotético					Metodología empleada	Componente ambiental afectado
		Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Equipo		
1	Fuga Gasolina		X			Manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20%	HAZOP	Suelo y aire
2	Fuga Gasolina		x			Manguera de 3 pulgadas en un orificio de 100%	HAZOP	Suelo y aire
3	Fuga Diésel		x			Manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20%	HAZOP	Suelo y aire
4	Fuga Diésel		x			Manguera de 3 pulgadas en un orificio de 20%	HAZOP	Suelo y aire

Estimación de consecuencias

No.	Tipo de liberación		Cantidad Hipotética liberada		Estado físico	Efectos potenciales					Modelo de simulación	Zonas de alto riesgo (m)	
	Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N			
1	x		788	Kg	Líquido			x			Aloha ver 5.4.6	231	989
2	x		787	Kg	Líquido			x			Aloha ver 5.4.6	99	1,100
3	x		1,312	Kg	Líquido			x			Aloha ver 5.4.6	452	1,200
4	x		1,514	Kg	Líquido			x			Aloha ver 5.4.6	232	1,300

Criterios Utilizados

No.	Toxicidad	Explosividad	Radiación térmica	Otros
-----	-----------	--------------	-------------------	-------

	IDHL	TLV ₈	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad atmosférica	1.0 psi	0.5 psi	5.0 KW/m ²	1.4 KW/m ²	
1	500	50	2	Tipo D	1.0	0.5	6,600	1,100	LEL
2	500	50	2	Tipo D	1.0	0.5	6,600	1,100	LEL
3	1,800	300	2	Tipo D	1.0	0.5	6000	1000	LEL
4	1,800	300	2	Tipo D	1.0	0.5	6000	1000	LEL

**CAPITULO V: IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS
METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA
INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO**

CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO	3
V.1 Planos	3
V.2. Hojas de seguridad	3
V.3. Modelaciones	3
Fuga de gasolina al 20%	3
Fuga de gasolina al 100%	3
Fuga de Diésel al 20%	4
Fuga de Diésel al 100%	4

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO

V.1 Planos

- PLANO GENERAL USDG.
- ESPECIFICACIONES DE BUQUE TANQUE.
- DTI RECUPERACIÓN DE VAPORES.
- DIAGRAMA ELÉCTRICO Y PROTECCIONES DEL EQUIPO.
- DTI RACK DE DESCARGA.
- PANEL DE VÁLVULAS DEL RACK.
- INDICADOR DE MEDICIÓN DE LLENADO
- ARREGLO GENERAL ELÉCTRICO
- CONEXIONES DEL LADO DEL AUTO TANQUE (PIPA).
- DIAGRAMA DE CONEXIONES
- PANEL DE CONTROL

V.2. Hojas de seguridad

- GASOLINA DE EXXON MOBIL
- DIÉSEL EXXON MOBIL

V.3. Modelaciones

Fuga de gasolina al 20%

- DATOS TEC-GASOLINA-EXPL-P1-B
- DATOS TEC-GASOLINA-NUBE-EXPL-P1
- DATOS TEC-GASOLINA-NUBE-TOX-P1
- PLANOS DE MODELACION ESCENARIO GASOLINA 20% P-1-USDG
- RESUMEN DATOS TEC-GASOLINA-NUBE-EXPL-P1
- RESUMEN DATOS TEC-GASOLINA-NUBE-TOX-P1
- RESUMEN-DATOS TEC-GASOLINA-EXPL-P1-B

Fuga de gasolina al 100%

- DATOS TECNICOS-FUGA GASOLINA AL 100%-EXPLOSION
- DATOS TECNICOS-FUGA GASOLINA AL 100%-NUBE EXPLOSIVA

- DATOS TECNICOS-FUGA GASOLINA AL 100%-NUBE TOX
- PLANOS DE MODELACION ESCENARIO GASOLINA 100% P-1-USDG
- RESUMEN DATOS TEC-GASOLINA-NUBE-EXPL-P1
- RESUMEN DATOS TEC-GASOLINA-NUBE-TOX-P1
- RESUMEN-DATOS TEC-GASOLINA-EXPL-P1-B

Fuga de Diésel al 20%

- DATOS TEC-DIÉSEL-EXPL-P1-B
- DATOS TEC- DIÉSEL -NUBE-EXPL-P1
- DATOS TEC- DIÉSEL -NUBE-TOX-P1
- PLANOS DE MODELACION ESCENARIO DIÉSEL 20% P-1-USDG
- RESUMEN DATOS TEC- DIÉSEL -NUBE-EXPL-P1
- RESUMEN DATOS TEC- DIÉSEL -NUBE-TOX-P1
- RESUMEN-DATOS TEC- DIÉSEL -EXPL-P1-B

Fuga de Diésel al 100%

- DATOS TECNICOS-FUGA DIÉSEL AL 100%-EXPLOSION
- DATOS TECNICOS-FUGA DIÉSEL AL 100%-NUBE EXPLOSIVA
- DATOS TECNICOS-FUGA DIÉSEL AL 100%-NUBE TOX
- PLANOS DE MODELACION ESCENARIO DIÉSEL 100% P-1-USDG
- RESUMEN DATOS TEC- DIÉSEL -NUBE-EXPL-P1
- RESUMEN DATOS TEC- DIÉSEL -NUBE-TOX-P1
- RESUMEN-DATOS TEC- DIÉSEL -EXPL-P1-B