ESTUDIO DE RIESGO AMBIE
MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESG

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P. ^ D ATAMOROS

GAS PT, S.A. DE C

CARRETERA SENDERO NACIONAL KM.10.4 NÚM. 8101, COLONIA EJIDO LA ROSITA
TAMAULIPAS, C.P. 87

Tabla de contenido

OBJETIVO 1

ALCANCE 1

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO 10

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO 10

I.1 BASES DE DISEÑO 11

I.1.1 Proyecto Civil 11

I.1.2 Proyecto Mecánico 19

I.1.3 Proyecto sistema contra-incendio 23

I.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO 24

I.2.1 Hojas de seguridad 29

I.2.2 Almacenamiento 39

I.2.3 Equipos de proceso y auxiliares 40

I.2.4 Pruebas de verificación 40

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN 41

I.3.1 Especificaciones del cuarto de control 41

I.3.2 Sistemas de aislamiento 41

I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS 41

I.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes 41

I.4.2 Metodología de identificación y jerarquización 42

Identificación de peligros del proyecto 45

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES 72

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN 72

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO 74

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL 74

III. SEÑALAMIENTOS DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL 76

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS 76
III.1.1 Sistemas de seguridad 77
III.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS 78
IV. RESUMEN 81
IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL 81
IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL 82
IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO 83
V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL 85
V.I FORMATOS DE PRESENTACIÓN 85
V.1.1 Planos de localización 85
V.1.2 Fotografías 85
V.1.3 Videos 85
V.2 OTROS ANEXOS 85

índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Vista satelital de la Planta de Distribución de Gas L.P. “Matamoros” 7
Ilustración 2. Diagrama esquemático simplificado de la recepción del Gas L.P. 27
Ilustración 3. Diagrama esquemático simplificado del almacenamiento de Gas L.P. 28
Ilustración 4. Diagrama esquemático simplificado del suministro de Gas L.P. 28
Ilustración 5.- Combinación de conclusiones derivadas del análisis de riesgo, identificando situaciones que son de mayor preocupación 55
Ilustración 6.- Radios de afectación por radiación térmica acorde a la guía para la presentación del estudio de riesgo ambiental modalidad análisis de riesgo 64
Ilustración 7.- Criterios de lesiones por quemadura debido a la radiación térmica 65
Ilustración 8. Radios de afectación en el peor escenario de riesgo donde ambos tanques de almacenamiento explotan 69

Ilustración 9. Radios de afectación en el segundo peor escenario de riesgo donde ambos tanques de almacenamiento explotan 70
Ilustración 10.- Radios de afectación para el escenario 1 73
Ilustración 11.- Radios de afectación para el escenario 2 74
Ilustración 12.- Área de influencia a 500 metros 75

Índice de Tablas

Tabla 1. Coordenadas geográficas y UTM del predio 7
Tabla 2. Programa de trabajo de las etapas que contempla el proyecto 8
Tabla 3. Distancias mínimas entre los elementos 16
Tabla 4. Descripción de maquinaria 22
Tabla 5. Ubicación de extintores 24
Tabla 6. Matriz bidimensional de riesgo 1 59
Tabla 7. Matriz bidimensional de riesgo 2 61

OBJETIVO

La empresa Gas PT, S.A. de C.V., consciente de que la seguridad es parte vital de los valores y procedimientos para una buena operación, ha elaborado el presente estudio de riesgo, con la finalidad de describir la situación general que representaría la puesta en operación del proyecto de la Planta de Distribución de Gas L.P. “Matamoros”, además de señalar e identificar las posibles desviaciones encontradas y las áreas de afectación en el entornos, así mismo definir las recomendaciones para eliminar, corregir, reducir o mitigar los riesgos identificados que puedan desencadenar efectos indeseables cuyas consecuencias puedan alterar tanto la integridad de las instalaciones, así como las de su entorno.

ALCANCE

El presente Estudio tiene aplicación directa a todas las actividades y personal que laborará en la Planta de Distribución, con especial atención a todas aquellas que estén directamente relacionadas al uso y manejo del Gas L.P.

DEFINICIONES

Para efectos de la aplicación e interpretación del presente Estudio de Riesgo, se utilizarán los conceptos y definiciones, en singular o plural, previstas en la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, el Reglamento Interior de la Agencia, la Ley de Hidrocarburos, su Reglamento, el Reglamento de las actividades a que se refiere el Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como las Normas Oficiales Mexicanas y Disposiciones Administrativas de Carácter General emitidas por la Agencia de Seguridad Energía y Ambiente que le sean aplicables y a los siguientes conceptos y definiciones:

• Amenaza: Es el acto que por sí mismo o encadenado a otros, puede generar un daño o afectación al bienestar o salvaguarda al personal, población, medio ambiente, Instalación, producción, otro.

• Estudio de Riesgo Ambiental: Documento que integra la identificación de peligros, evaluación y Análisis de Riesgos de Procesos, con el fin de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los Escenarios de Riesgo generados por un Proyecto y/o Instalación, así como la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, salvaguardas y barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los escenarios de Riesgo identificados; incluye el análisis de las interacciones de Riesgo y vulnerabilidades hacia el personal, población, medio ambiente, instalaciones y producción, así como las recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción de Riesgos a un nivel Tolerable.

• Análisis Preliminar de Peligros: Es el resultado de realizar un primer intento para identificar en forma general los posibles Riesgos que pueden originar los Peligros en un Diseño o Instalaciones en operación, para ubicar la situación actual que se tiene respecto de la Administración de los Riesgos.

• BLEVE: ("Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion" por sus siglas en inglés). Explosión de vapores en expansión de líquido en ebullición.

• Capa de Protección: Cualquier Mecanismo independiente que reduzca el Riesgo mediante el control, la prevención o la mitigación.

• Efecto Dominó: También conocido como encadenamiento de eventos, evento asociado a un incendio o explosión en una Instalación, que multiplica sus consecuencias por efecto de la sobrepresión, proyectiles o la radiación térmica que se generan sobre elementos próximos y vulnerables, tales como otros recipientes, tuberías o equipos de la misma Instalación o Instalaciones próximas, de tal forma que puedan ocurrir nuevas fugas, derrames, incendios o explosiones que a su vez, pueden nuevamente provocar efectos similares.

• Escenario de Riesgo: Determinación de un evento hipotético derivado de la aplicación de la metodología de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, en el cual se considera la probabilidad de ocurrencia y severidad de las consecuencias y, posteriormente, determinar las zonas potencialmente afectadas mediante la aplicación de modelos matemáticos para la Simulación de consecuencias.

• Exposición: Contacto de las personas, población o elementos que constituyen el medio ambiente con Sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación Peligrosa derivado de la materialización de un Escenario de Riesgo.

• Función Instrumentada de Seguridad (FIS): Una combinación de sensores, controlador lógico y elemento final de control con un determinado Nivel de Integridad de Seguridad (SIL) que detecta una condición fuera de límite (anormal) y lleva al proceso a un estado seguro funcionalmente sin intervención humana, o iniciado por un operador entrenado en respuesta a una alarma.

• IDLH (“Immediately Dangerous to Life or Health”, por sus siglas en inglés): Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Concentración máxima de una Sustancia Peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en miligramos sobre metro cúbico (mg/m3), que se podría liberar al ambiente en un plazo de treinta minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud.

• Nivel de Integridad de Seguridad (SIL, Safety Integrity Level, por sus siglas en inglés); Es el nivel discreto (uno de cuatro) para especificar los requisitos de integridad de las funciones instrumentadas de seguridad que se asignarán a los sistemas instrumentados de seguridad.

• Riesgo Inherente: Es propio del trabajo o proceso, que no puede ser eliminado del sistema, es decir, en todo trabajo o proceso se encontrarán Riesgos para las

personas o para la ejecución de la actividad en sí misma. Es el Riesgo intrínseco de cada actividad, sin tener en cuenta los controles y medidas de reducción de Riesgos.

• Riesgo Residual: Es el Riesgo remanente después del tratamiento de Riesgo, es decir, una vez que se han implementado controles y medidas de reducción de Riesgos para mitigar el Riesgo inherente; el Riesgo residual puede contener Riesgos no identificados, también puede ser conocido como Riesgo retenido.

• Riesgo Tolerable: Es el Riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad.

• Seguridad Funcional: parte de la seguridad relacionada con el proceso y cada uno de los sistemas básicos del control de proceso y su funcionamiento correcto de los sistemas instrumentados de seguridad y otras Capas de Protección.

• Sistemas de Seguridad: Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la Instalación o centro de trabajo y previenen situaciones que normalmente dan origen a accidentes o emergencias.

• Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS): Es un sistema instrumentado para implementar una o más funciones instrumentadas de cualquier combinación de sensores, controlador lógico y elementos finales de control.

• Simulación: Representación de un escenario de Riesgo o fenómeno mediante la utilización de sistemas o herramientas de cómputo, modelos físicos o matemáticos u otros medios, que permite estimar las consecuencias de dichos escenarios a partir de las propiedades físicas y químicas de las sustancias o componentes de las mezclas de interés, en presencia de determinadas condiciones y variables atmosféricas.

• Sustancia Explosiva: La que en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía genera una gran cantidad de calor y ondas de sobrepresión en forma casi instantánea.

• Sustancia Inflamable: Aquella capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una fuente de ignición.

• Sustancia Peligrosa: Cualquier sustancia que, al ser emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar daños al ambiente, a las personas y a las Instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión.

• Sustancia Tóxica: Aquella que puede producir alteraciones en organismos vivos, lesiones, enfermedades, al material genético o muerte.

• TLV (15 min, STEL): (“Thresold Limit Value-Short Term Exposure Limit”, por sus siglas en inglés) Valor umbral límite-Limite de Exposición a corto plazo). Exposición para un periodo de 15 minutos, que no puede repetirse más de 4 veces al día con al menos 60 minutos entre periodos de Exposición.

• TLV (8 h. TWA): (“Thresold Limit Value-Time Weighted Average”, por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos.

• Vulnerabilidad: Es la mayor o menor facilidad de la ocurrencia de una Amenaza en virtud de las condiciones que imperan; puede decirse que son los puntos o

momentos de debilidad que se tienen y pueden favorecer la ocurrencia de un acto negativo o el aumento de las consecuencias de este.

• Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo: Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente.

• Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo: Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Sector Hidrocarburos e industriales.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se pretende construir una Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de la empresa Gas PT, S.A. de C.V. con una capacidad de almacenamiento de 500,000 litros de Gas L.P. distribuidos en 2 tanques de 250,000 L cada uno (100% de su capacidad).

El diseño de la Planta cumplirá con los Lineamientos que señala el Reglamento de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional, en el ramo del petróleo y en el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo. Así como la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 *Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación*.

El área total de la superficie del predio es de 40,000 metros cuadrados, de los cuales se ocuparán únicamente 9516 metros cuadrados, señalemos que toda el área total será circulada con malla ciclónica en todos sus lados.

La construcción, operación y mantenimiento de la Planta de Distribución de Gas L.P. **no involucra ningún proceso de transformación**, únicamente contempla la recepción del combustible a través de semirremolques, el almacenamiento del

mismo en dos recipientes con capacidad unitaria cada uno de 250000 litros y la distribución de Gas L.P. en autotanques repartidores. El combustible en su composición química, predominan los hidrocarburos butano y propano, se recibirá, almacenará y distribuirá en estado líquido a alta presión.

El predio en donde se pretende construir la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de la empresa Gas PT, S.A. de C.V., se ubicará en Carretera Sendero Nacional KM.10.4 Núm. 8101, Colonia Ejido La Rosita, Matamoros, Tamaulipas, C.P. 87413. La ilustración 1 muestra el polígono en donde se pretende construir la Planta de Distribución, en una vista satelital a través de Google Earth.

Ilustración 1. Vista satelital de la Planta de Distribución de Gas L.P. "Matamoros"

Puntos	Grados sexagesimales		UTM
	Latitud Norte	Latitud Oeste	
1	25°51'31.50"N	97°36'40.92"O	639145.37 m E ; 2860776.94 m N
2	25°51'30.79"N	97°36'31.56"O	639406.35 m E ; 2860757.95 m N
3	25°51'25.20"N	97°36'37.52"O	639242.03 m E ; 2860584.02 m N
4	25°51'27.15"N	97°36'29.78"O	639456.99 m E ; 2860646.42 m N

Tabla 1. Coordenadas geográficas y UTM del predio

De acuerdo con el programa de trabajo del proyecto que se ubica en la siguiente tabla 2, el inicio de operaciones se prevé se lleve a cabo aproximadamente en el mes de marzo del 2022.

Mes / Actividad	2021																2022								2022-2052
	SEPT				OCT				NOV				DIC				ENE				FEB				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Preparación del sitio																									
Identificación Flora-Fauna																									
PREVIO: CAPACITACIÓN																									
· Desmonte y Despalme																									
· Relleno y nivelación																									
Construcción																									
PREVIO: CAPACITACIÓN																									
· Obra civil																									
o Preliminares																									
o Cimentaciones																									
o Firmes																									
o Albañilería																									
o Acabados																									
· Instalaciones eléctricas																									
· Instalaciones mecánicas																									
· Detalle Final																									
Operación																									
PREVIO: CAPACITACIÓN																									
· Tramitología																									
· Operación y mantenimiento																									MARZO 2022 tentativa de INICIO DE OPERACIONES
Operación																									
o Suministro de combustible																									
o Suministro de productos																									
Mantenimiento																									
o Limpieza interior																									
o Revisión de bombas																									
o Inspección de zonas de almacenamiento																									
o Revisión para detección de desviaciones																									
Abandono del sitio	**N/A** La etapa de abandono del sitio o desmantelamiento no se considera, ya que esta depende del periodo de vida útil de las estructuras y de los equipos instalados (30 años) pero regularmente estas instalaciones bajo un programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo llegan a prolongar su etapa operativa de manera indefinida.																								

Tabla 2. Programa de trabajo de las etapas que contempla el proyecto

Para seleccionar el sitio de ubicación de la Planta de distribución, se tomaron en cuenta los siguientes factores técnicos, socioeconómicos y ambientales., mismos que cumplen con los siguientes requisitos:

- Criterios técnicos

✓ Las colindancias están libres de riesgos para la seguridad de la Planta, tales como aparatos que usen fuego o talleres que produzcan chispas eléctricas

✓ El predio cuenta con un acceso consolidado, lo que permite el tránsito seguro de los vehículos

✓ Dentro del predio no cruzan tuberías de conducción de hidrocarburos ajenas a la instalación

- ✓ El terreno no se encuentra en zonas de deslaves, partes bajas de lomeríos, terrenos con desniveles o terrenos bajos, pues el terreno utilizado se construyó al mismo nivel que el de la Carretera Sendero Nacional
- ✓ La zona de los tanques de almacenamiento quedó delimitada de manera adecuada
- ✓ Las distancias radiales referente a cercanías con escuelas y centros de reunión cumplen con las mínimas requeridas para llevar a cabo esta actividad

- Criterios ambientales

- ✓ No se producirán impactos negativos que sitúen en riesgo a las condiciones ambientales, debido a que en el predio en donde se pretende construir la Planta de Distribución se han modificado las condiciones naturales, además no se encuentran especies de flora y fauna silvestre que estén enlistados dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece la 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
- ✓ De acuerdo a lo señalado en recorridos preliminares, no se encontraron en su momento, especies de flora y fauna silvestre que estuvieran enlistados dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, que establece la 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
- ✓ El predio se ubica fuera de Áreas Naturales Protegidas de carácter Federal, Estatal o Municipal
- ✓ La instalación no interfiere con la hidrografía superficial de la zona
- ✓ Da servicio a poblaciones de la región, con un combustible que genera la menor emisión contaminante
- ✓ Provoca las menores afectaciones posibles a los diferentes componentes ambientales del ecosistema y del escenario ambiental presente en la zona de influencia del terreno

- ✓ El uso de suelo en la zona es compatible con la actividad propuesta, según lo establecido en el permiso de uso de suelo expedido por la Dirección de Desarrollo Urbano de Matamoros

    - Criterios socioeconómicos

- ✓ Se trata de un proyecto con efectos benéficos para los pobladores del Municipio de Matamoros, debido a que podrán acceder a la compra de combustible demandado a nivel Municipal, a su vez, como consecuencia de las actividades, se generaron empleos temporales durante las diferentes etapas, desde la preparación del sitio y otros de manera permanente en la operación y mantenimiento del proyecto, además de la demanda en servicios, materiales, maquinaria y el pago de renta, derechos e impuestos. De tal manera que se mejora la derrama económica para el Municipio.

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. es relativamente simple, ya que en ella no se llevará a cabo ningún proceso de transformación de materiales ni reacciones químicas de algún tipo. El Gas L.P. será recibido, almacenado y trasegado a autotanques.

1. Arribo de carrotanques y descarga a los tanques de almacenamiento: El Gas L.P. será recibido por medio de carrotanques o semirremolques con capacidad de 40,000 o 50,000 litros utilizando un compresor se va a trasegar hacia los tanques de almacenamiento.
2. El almacenamiento de Gas L.P. se llevará a cabo en dos tanques de 250000 litros al 100% de agua cada uno.
3. El suministro de Gas L.P. se llevará a cabo desde los dos tanques fijos de 250000 litros hacia los recipientes de autotanques propiedad de la empresa.

I.1 BASES DE DISEÑO

Los criterios empleados para el diseño de la *futura* Planta de Distribución fueron los siguientes:

- Cumplir con lo establecido en la NOM-001-SESH-2014
- Se tomó en cuenta la ubicación estratégica del predio, pues se localiza alejado de asentamientos humanos.
- Que no existen líneas de conducción de alta tensión que crucen el predio de manera aérea o subterránea.
- Que en los alrededores (500 metros dentro del área de influencia) no se realizan actividades incompatibles con las actividades de comercialización y venta al por menor de Gas L.P. que se espera poder realizar.
- Que el terreno *no se localiza dentro de un área natural protegida*; así mismo, los permisos de uso de suelo otorgados por municipio *Indican* autorización para colocar la planta de distribución.

I.1.1 Proyecto Civil

El diseño se hizo apegándose a los lineamientos que señala la Ley de Hidrocarburos publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 11 de agosto de 2014, Reglamento de la Ley de Hidrocarburos, Reglamento de las Actividades a que se refiere el Título Terceo de la Ley de Hidrocarburos publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 31 de octubre de 2014 a los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 Plantas de Distribución de Gas L.P.-Diseño y Construcción y Condiciones Seguras en su Operación, editada por la Secretaría de Energía, Dirección General de Gas L.P., publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de octubre de 2014.

<u>Superficie del terreno</u>

El terreno que ocupará la Planta afecta una forma rectangular y tiene una superficie aproximada de 9516 metros cuadrados.

<u>Ubicación, colindancias y actividades</u>

a) Ubicación: Carretera Sendero Nacional KM. 10.4, Ejido La Rosita, C.P. 87413, Municipio de Matamoros, Estado de Tamaulipas.
b) Colindancias:

Las colindancias del terreno que ocupa la Planta son las siguientes:

- Al norte, en 61 metros con terreno propiedad de Gas PT, sin riesgo alguno
- Al este, en 156 metros con terreno propiedad de Gas PT, sin riesgo alguno
- Al oeste, en 156 metros con terreno propiedad de Gas PT, sin riesgo alguno
- Al sur, en 61 metros con Carretera Sendero Nacional, sin riesgo alguno

c) Actividades que se desarrollan en las colindancias:

En ninguna de las colindancias mencionadas anteriormente se desarrollan actividades que pongan en peligro la operación normal de la Planta de Distribución de Gas L.P., y tampoco existen centros hospitalarios, educativos o de reunión en un radio de 100 metros a partir de las tangentes del recipiente de almacenamiento.

La ubicación de esta Planta, por no tener ninguna actividad en sus colindancias que represente riesgos a la operación normal de la misma, se considera técnicamente correcta.

Requisitos del predio:

Esta planta de distribución contará con dos accesos que permitan el transito seguro de los autotanques y también serán utilizados como accesos peatonales. Por el interior de la Planta de distribución de gas l.p. no se cruzaran las líneas eléctricas de alta tensión mayor a 4,000 volts ajenas a la planta de distribución de gas l.p.

Urbanización de la planta

Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos tendrán una superficie consolidada y contará con las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia, todas las demás áreas libres dentro de la Planta se mantendrán limpias y despejadas de materiales combustibles, así como de objetos ajenos a la operación de la misma.

El piso de la zona de almacenamiento será de concreto y contará con un declive de 2% necesario para evitar el estancamiento de aguas pluviales.

Edificios

Las construcciones destinadas para el tablero eléctrico principal, oficinas y sanitarios para el personal que labore en la Planta, estarán ubicadas al sureste del terreno. Al este se contará con otra construcción destinadas para el cuarto de equipo contra incendio y una cisterna que tendrá una capacidad de 100,000 litros. Cada una de las instalaciones estará construida en su totalidad con materiales incombustibles, ya que su techo será de losa de concreto, paredes de tabique y cemento con puertas y ventanas metálicas. Las dimensiones de estas construcciones se especifican en el plano general de la Planta (anexo II).

Bardas o delimitaciones del predio

Tomando en cuenta que la planta se ubicará en una zona no urbana y que la distancia entre la tangente de los recipientes de almacenamiento al centro de la carretera es mayor a 100 metros; el terreno que ocupa la Planta se tendrá delimitado perimetralmente en todos sus linderos por malla tipo ciclón de 2.50 metros de altura. Al sur se encontrará el acceso y la salida de la planta.

Accesos

Por el lindero sur del terreno se contará con dos puertas con un claro de 6.0 metros cada una, las cuales se utilizarán como acceso y saluda. Cabe mencionar que tendrán la amplitud necesaria para facilitar el tránsito de vehículos y personas. Dichas puertas serán metálicas en su totalidad.

Estacionamiento

Esta planta de distribución no contará con estacionamiento para vehículos de reparto, autotanques, semirremolques o vehículos del personal que labore en ella. Solamente contará con los cajones de estacionamiento ubicacos en las zonas de

recepción y suministro, los cuales no estarán techados y que en dado caso podrán ser utilizados como estacionamiento de autotanques o semirremolques.

Zona de almacenamiento

El recipiente de almacenamiento se encontrará ubicado sobre el piso con terminación de concreto y contará con el declive necesario para evitar el estancamiento de aguas pluviales. Como protección contra impacto vehicular contará con un muro de concreto armado, el cual deberá tener como mínimo 20 cm de espesor y una altura de 60 cm sobre el nivel de piso terminado. Dentro de esta zona de almacenamiento se encontrarán compresores, bombas, medidores y tomas de suministro y recepción utilizados para la operación de trasiego de gas l.p.

Bases de sustentación de los tanques de almacenamiento

Ver anexo II.

Datos de los recipientes

	Recipiente I	**Recipiente II**
Capacidad en kg h_2O	250000	250000
Tara en kg	48360	48360
Peso total en kg	298360	298360
Carga por soporte	149180	149180

Colocación en los recipientes de almacenamiento

Los recipientes de almacenamiento contarán con material impermeabilizante contra la corrosión por humedad entre la placa de apoyo y la base de sustentación de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador. Los recipientes tendrán una altura de 2 metros, medida de la parte inferior de los mismos niveles de piso terminado.

Escalera y pasarela

A un costado de los recipientes se tendrá una escalera vertical metálica con protecciones para evitar la caída de las personas que la utilicen y pasarela fija para

tener acceso a la parte superior. Al frente una escalerilla metálica que será usada para tener mayor facilidad en el suelo y lectura del instrumental de cada uno de los recipientes.

Pintura y topes de protección

El muro perimetral de la zona donde se encontrarán los recipientes de almacenamiento, bombas y compresores, estará pintado con diagonales alternas de amarillo y negro.

Trincheras para tubería

Esta planta no contará con trincheras, ya que la trayectoria de las tuberías dentro de la zona de almacenamiento estará de forma visible sobre el nivel de piso terminado permitiendo su visibilidad, ventilación y mantenimiento. De igual forma las tuberías se instalarán sobre soportes espaciados a 3 metros como máximo, de modo que se evite su flexión debido a su peso propio y que queden sujetas a dichos soportes de manera que permitan el deslizamiento longitudinal de las mismas y prevengan su desplazamiento lateral.

Muelle de llenado para recipientes transportables

La planta no contará con muelle de llenado para recipientes transportables.

Área de carga y descarga de recipientes transportables

AL no contar con muelle de llenado de recipientes transportables, tampoco se contará con área de carga y descarga de recipientes transportables.

Zona de revisión de recipientes transportables

No cuenta con zona de revisión de recipientes transportables.

Zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados

No se contará con zona de almacenamiento de recipientes transportables rechazados.

Área de venta al público

Esta planta no contará con área de venta al público de Gas L.P. en cilindros portátiles.

Sanitarios

a) En una sección de la construcción por el lindero Sureste del terreno de la planta se localizarán los servicios sanitarios para el personal que labore en la planta.

   Se tendrán en total tres baños, uno de ellos se encontrará dentro del edificio de las oficinas y los otros dos por la parte de afuera. Cada uno de los baños contará con una taza y un lavamanos. Las instalaciones estarán construidas en su totalidad con materiales incombustibles y sus dimensiones se aprecian en el anexo II.

b) El drenaje de las aguas negras estará construido por medio de tubos de P.V.C. de 0.15 metros de diámetro, con una pendiente del 2% conectado al drenaje del municipio.

   Todos los servicios contarán con pisos terminados impermeables y antiderrapantes, los muros estarán construidos con materiales de igual forma impermeables y tendrán una altura hasta de 2.50 metros para su fácil limpieza.

Cobertizo de maquinaria

La planta no contará con cobertizo para algún tipo de maquinaria

Distancias mínimas entre los elementos

Las distancias mínimas en esta Planta de distribución de gas l.p. serán las siguientes:

Tabla 3. Distancias mínimas entre los elementos

a) De la tangente del recipiente de almacenamiento más cercano a:

Límite del predio:	26.12 m

Espuela de ferrocarril:	No existe
Llenaderas de recipientes transportables:	No existe
Plataforma del Muelle de Llenado:	No existe
Lindero de la zona de revisión de recipientes transportables:	No existe
Zona de venta al público:	No existe
Oficina:	44.08 m
Bodega:	No existe
Cuarto de servicio o Caseta de Vigilancia:	No existe
Otro recipiente de almacenamiento:	2.00 m
Piso terminado:	2.00 m
Planta Generadora de energía:	No existe
Talleres:	No existe
Zona de almacenamiento interno de diésel	No existe
Boca de toma de carga y descarga de diésel	No existe
Boca de toma de carburación autoconsumo	No existe
Boca de toma de recepción de carro tanque de FF.CC:	No existe
Boca de toma de suministro:	6.18 m
Boca de toma de recepción:	6.18 m
Vegetación de ornato:	No existe
Cara exterior del medio de protección:	2.00 m
Fuente de calor del sistema de sellado (No es adecuado para áreas Clasificación Clase 1, División 1):	No existe
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta distribución:	No existe
A construcciones donde existen estufas calentadores o parrillas eléctricas o fuego directo:	No existe
Cajón de estacionamiento para vehículos distinto de los de reparto, auto-tanques o semirremolques	No existe

b) De llenadera de recipientes transportables a:

No cuenta con muelle de llenado.

c) De la boca de toma de recepción más cercana a:

Límite del predio:	25.12 m
Zona de venta al público:	No existe
Oficina:	38.75 m
Bodega:	No existe
Cuarto de servicio o Caseta de Vigilancia:	No existe
Talleres:	No existe
Almacenamiento interno de combustible diferente al gas l.p.	No existe
Fuente de calor del sistema de sellado (No es adecuado para áreas Clasificación Clase 1, División 1):	No existe
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución:	No existe
A construcciones donde existen estufas calentadores o parrillas eléctricas o fuego directo:	No existe

d) De la boca de toma de suministro más cercana a:

Límite del predio:	25.12 m
Zona de venta al público:	No existe
Oficina:	45.08 m
Bodega:	No existe
Cuarto de servicio o Caseta de Vigilancia:	No existe
Talleres:	No existe
Almacenamiento interno de combustible diferente al gas l.p.	No existe
Fuente de calor del sistema de sellado (No es adecuado para áreas Clasificación Clase 1, División 1):	No existe
Calentadores de agua a fuego directo colocados fuera de construcciones, en muros que den hacia la planta de distribución:	No existe

A construcciones donde existen estufas calentadores o parrillas eléctricas o fuego directo:	No existe

e) De bombas a:

Límite de sus zonas de protección:	3.35 m

f) De compresor a:

Límite de sus zonas de protección:	3.35 m

g) De soporte de toma de recepción a:

Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular:	0.90 m

h) De soporte de toma de suministro a:

Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular:	0.90 m

i) De soporte de toma de suministro de carburación de autoconsumo a:

Paño exterior del medio de protección contra impacto vehicular	No existe

j) De soporte de la boa de toma del área de carga y descarga de diésel a:
No cuenta con una boca de toma del área de carga y descarga de diésel.

k) Del paño exterior del dique cubeto de retención al:
No cuenta con dique

La descripción del proyecto civil se presenta ampliamente en Anexo II.

I.1.2 Proyecto Mecánico

Accesorios y equipos

Los recipientes, equipos, tuberías, conexiones y accesorios que se utilizarán para el trasiego de Gas L.P., serán resistentes a la acción de este hidrocarburo y

adecuados para las condiciones de presión y temperatura indicados en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014.

Las tuberías, conexiones, los recipientes de almacenamiento, estructuras, escaleras y pasarelas metálicas contarán con una protección contra la corrosión del medio ambiente mediante un recubrimiento anticorrosivo continuo colocado sobre un primario inorgánico y a base de zinc y pintura de enlace con un primario epóxico catalizador.

Tanques de almacenamiento

a) Esta planta contará con dos tanques de almacenamiento del tipo intemperie cilíndrico-horizontal, especiales para contener Gas L.P., los cuales se localizarán en la misma zona de almacenamiento de tal manera que cumplan con las distancias mínimas reglamentarias.
b) Se tendrán montados sobre bases de concreto de tal forma que puedan desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación.
c) Contarán con una zona de protección contra impacto vehicular conformada por un muro de concreto armado, el cual deberá tener como mínimo 20 cm de espesor y una altura de 60 cm sobre el nivel de piso terminado.
d) Los tanques tendrán una altura de 2 metros, medida de la parte inferior de los mismos al nivel del piso terminado.
e) A un costado de los recipientes de almacenamiento se tendrá una escalera metálica para tener acceso a la parte superior de los mismos, también contarán con una escalerilla al frente, misma que será usada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental.
f) Los tanques, escaleras y pasarelas metálicas, contarán con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.
g) Los tanques que se instalarán, tienen las siguientes características:

Descripción	**Tanque 1**	**Tanque 2**
Fabricante	CYTSA	CYTSA

Capacidad (l)	250000	250000
Año de fabricación	En fabricación	En fabricación
Serie	En fabricación	En fabricación
Diámetro (m)	3.345	3.345
Longitud total (m)	29.61	29.61
Presión de diseño kg/cm2	17.58	17.58
Espesor de lamina del cuerpo (mm)	18.4	18.4
Espesor lamina de cabezas (mm)	9.9	9.9
Tara (kg)	48360	48360
Forma de cabezas	Semiesféricas	Semiesféricas
Norma	NOM-009-SESH-2011	NOM-009-SESH-2011

h) Cada tanque de almacenamiento contará además con los siguientes accesorios:

Diámetro (mm)	Descripción
76.2	Válvula de exceso de flujo líquido, REGO 7539V6
50.8	Válvula de exceso de flujo retorno de líquido, REGO A7537P4
50.8	Válvula de exceso de flujo líquido, REGO A3292C
50.8	Válvula de no retroceso de vapor, CMS LTD 2”
101.6	Válvula multiport, REGO 8574G
63.5	Válvula de seguridad, REGO A3149MG
6.3	Válvula máximo llenado 85%, REGO 3165
6.3	Válvula máximo llenado 90%, REGO 3165
25.4	Medidor de nivel rotatorio, MAGNATEL-ROCHESTER
6.3	Termómetro -50°C a +50°C, ROCHESTER-METRON
6.3	Manómetro 0-24 kg/cm2, WINTERS

63.5	Tubo descarga A.N.C.-40 (Acero negro cédula 40)
50.8	Tapón drene A.N.C.-80 (Acero negro cédula 80)
----	Conexión a tierra

Las válvulas de seguridad que se instalarán en la parte superior de los tanques contarán con tubos de descarga de acero cédula 40 de 76 mm. (3") de diámetro y de 2.00 metros de altura.

Maquinaria

La maquinaria para las operaciones básicas de trasiego es la siguiente:

Bombas:

Número:	**I y II**
Operación básica:	Llenado de autotanques
Marca:	Blackmer
Modelo:	LGL-D3
Motor eléctrico:	10 C.F.
R.P.M.:	640
Capacidad nominal:	606 L.P.M. (160 G.P.M.)
Presión diferencial de trabajo (máx)	5 Kg/cm^2
Tubería de succión:	76 mm (3") ∅
Tubería de descarga:	76 mm (3") ∅

Compresores:

Número:	**I y II**
Operación básica:	Descarga de semirremolques
Marca:	Corken
Modelo:	690 K3FBA
Motor eléctrico:	25 C.F.
R.P.M.:	1755
Capacidad nominal:	734 L.P.M (194 G.P.M.)
Tubería de gas-líquido:	76 mm (3") ∅
Tubería de gas-vapor:	51 mm (2") ∅

Tabla 4. Descripción de maquinaria

Las bombas y compresores estarán ubicados dentro de la misma zona donde estarán los tanques de almacenamiento y además cumplirán con las distanias mínimas reglamentarias. Las bombas y compresores, junto con su motor, estarán cimentados a una base metálica, que a su vez se fijará por medio de tornillos anclador a otra base de concreto.

Los motores eléctricos acoplados a las bombas y compresores, serán los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y contarán con interruptor automático de sobrecarga, además se encontrarán conectados al sistema general de “tierra”. La descarga de la válvula de purga de líquidos estará a una altura mínima de 2.50 metros sobre el nivel de piso.

La descripción del proyecto mecánico se presenta ampliamente en Anexo II.

I.1.3 Proyecto sistema contra-incendio

Requisitos legales

Esta planta de distribución de gas l.p. contará con un sistema cuya finalidad será prevenir, controlar y, en su caso, combatir incendios a través de una serie de elementos tales como:

a) Extintores manuales
b) Extintor de carretilla
c) Accesorios de protección
d) Alarma
e) Comunicaciones
f) Manejo de agua a presión
g) Entrenamiento personal

Descripción de los componentes del sistema

a) Extintores manuales:

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se instalarán extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad cada uno, de los cuales deberán ser a base de dióxido de carbono para la protección del tablero eléctrico que controla los motores eléctricos de los equipos de bombeo de Gas L.P. y la caseta del equipo contra incendio. Además, se instalarán otros más en los siguientes lugares:

Ubicación	Cantidad
Tomas de recepción	2
Toma de carburación de autoconsumo	-----
Toma de suministro	2
Muelle de llenado para recipientes transportables	-----
Fuente de calor del sistema de sellado	-----
Zona de almacenamiento	2
Bombas de Gas L.P.	2
Compresores para Gas L.P.	2
Bomba contra incendio y caseta E.C.I.	1
Tablero eléctrico	1
Generador eléctrico	-----
Talleres	-----
Bodegas y Almacenes	-----
Estacionamiento de auto-tanques	-----
Estacionamiento de vehículos Y de personal de la planta de distribución	-----
Sistema de Vaciado de Gas L.P.	-----
Patín de recepción	-----
Caseta del patín de recepción	-----
Caseta de vigilancia	-----
Oficinas	2
Servicio sanitario	1
De carretilla	1

Tabla 5. Ubicación de extintores

Los extintores estarán instalados a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.20 metros medida del piso a la parte más alta del extintor. Sujetos de tal forma que pueden descolgarse fácilmente para ser usado, estando señalados con un letrero o pictograma visible y protegidos de la lluvia y el sol.

La descripción del proyecto contra-incendio se presenta ampliamente en Anexo II.

I.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO

En la Planta de Distribución, no se realizará ningún proceso de transformación, únicamente se realizará el almacenamiento temporal y el trasvase del Gas L.P. de un recipiente hacia otros.

Básicamente tendremos:

1. Arribo de carrotanques y descarga a los tanques de almacenamiento: El Gas L.P. será recibido por medio de carrotanques o semirremolques con capacidad de 40,000 o 50,000 litros utilizando un compresor se va a trasegar hacia los tanques de almacenamiento.

2. El almacenamiento de Gas L.P. se llevará a cabo en dos tanques de 250000 litros al 100% de agua cada uno.
3. El suministro de Gas L.P. se llevará a cabo desde los dos tanques fijos de 250000 litros hacia los recipientes de autotanques propiedad de la empresa.
4. Servicios Auxiliares (Facturación, Mantenimiento áreas verdes, Mantenimiento de la instalación).

A continuación, se presenta una breve descripción de las operaciones y configuración de ellas a manera general, así como los servicios que prestarán en relación con la operación total de la Planta:

- *Zona de recepción*: Es la parte de la instalación destinada a la recepción del combustible en estado líquido que es transportado en auto-tanque con capacidad de 40,000 a 50,000 litros, llamados en el lenguaje común de esta industria “pipa” o “autotanque” que realizan el transporte del combustible por carretera, siendo este tipo de abastecimiento e preferido en la actualidad.
- *Zona de Almacenamiento*: Es propiamente la zona principal de la instalación. En esta zona se tendrá una capacidad total instalada de 500,000 litros al 100% de agua, distribuidos en 2 tanques de almacenamiento de 250,000 litros cada uno.
- *Zona de Trasiego*: Esta es la parte en la cual se realizará el trasvase del combustible a los autotanques, los cuales pasarán el combustible por un medidor en donde será registrada la cantidad de gas l.p. que se suministrará.

Las operaciones o maniobras que implícitamente involucran el trasiego del gas serán:

-*Maniobra de recepción y vaciado*: Se llevará a cabo mediante la bomba del carro-tanque , la cual impulsa el combustible en estado líquido entre el recipiente del vehículo abastecedor y el de la zona de almacenamiento, fluyendo del primero hacia este último. La tubería colocada será la que conducirá el vapor en retorno, para no presionar los tanques de almacenamiento por la diferencia de presión y la tubería, así como el líquido que se trasvasará.

- *Maniobra de llenado de autotanques*: La operación consistirá en trasvasar el líquido del tanque de almacenamiento hacia los tanques de los vehículos, utilizando una bomba. El líquido se moverá hacia los tanques por la tubería.

El procedimiento para el descargar el combustible Gas L.P. consistirá específicamente en:

Antes del descargue

1. Solo el personal capacitado y autorizado deberá involucrarse en las operaciones de descargue del carro-tanque
2. Orientar el ingreso del carro-tanque a la zona de tanques, garantizando que el área para maniobrar se encuentre despejada
3. Estacionar el carro-tanque en el sitio asignado para el descargue, dejando siempre una salida libre.
4. Detener el motor del carro-tanque, aplicar el freno de parqueo y apagar los accesorios eléctricos.
5. Aislar y señalizar la zona de descargue.
6. Revisar que los accesorios para realizar la descarga del Gas L.P. y dispositivos de los tanques de almacenamiento se encuentren en óptimas condiciones de operación.
7. Verificar tener a disposición los extintores del carro-tanque y por lo menos, extintores en la zona de recepción, aunado a un extintor de carretilla.
8. Colocarse el equipo de protección personal respiratoria para gases y vapores durante el proceso de descargue.
9. Realizar la medición de niveles de combustible y comprobar que se tomen todas las medidas de seguridad antes y durante el descargue.

Durante el descargue

10. Suspender el trasiego de Gas L.P. del tanque de almacenamiento a los autotanques de la empresa mientras se esté rellenando el tanque(s) de almacenamiento.
11. Asegurar que el producto a descargar coincida con la identificación del tanque (s) receptor y que este tenga la capacidad suficiente para recibirlo.

12. Hacer la conexión de la manguera del carro-tanque al tanque de almacenamiento.
13. Abrir las válvulas de apertura lentamente.
14. Verificar que sólo el conductor y el ayudante o jefe de operación estén en el área de recepción del combustible. Recordar que el uso de celulares en esta zona es peligroso.
15. El conductor y el ayudante o el jefe de operación deberán vigilar en todo momento el proceso a fin de reaccionar rápidamente ante una emergencia.
16. En caso de producirse una fuga, suspender inmediatamente la operación y adoptar las medidas necesarias para controlar la fuga.

Después del descargue

17. Inmediatamente se termine el flujo de combustible de Gas L.P. hacia el tanque de almacenamiento, se debe cerrar la conexión de flujo.
18. Verificar que hayan desconectado los accesorios y señalar al conductor del carro-tanque que puede iniciar su proceso de salida de la instalación.

El diagrama esquemático simplificado de lo anterior descrito es:

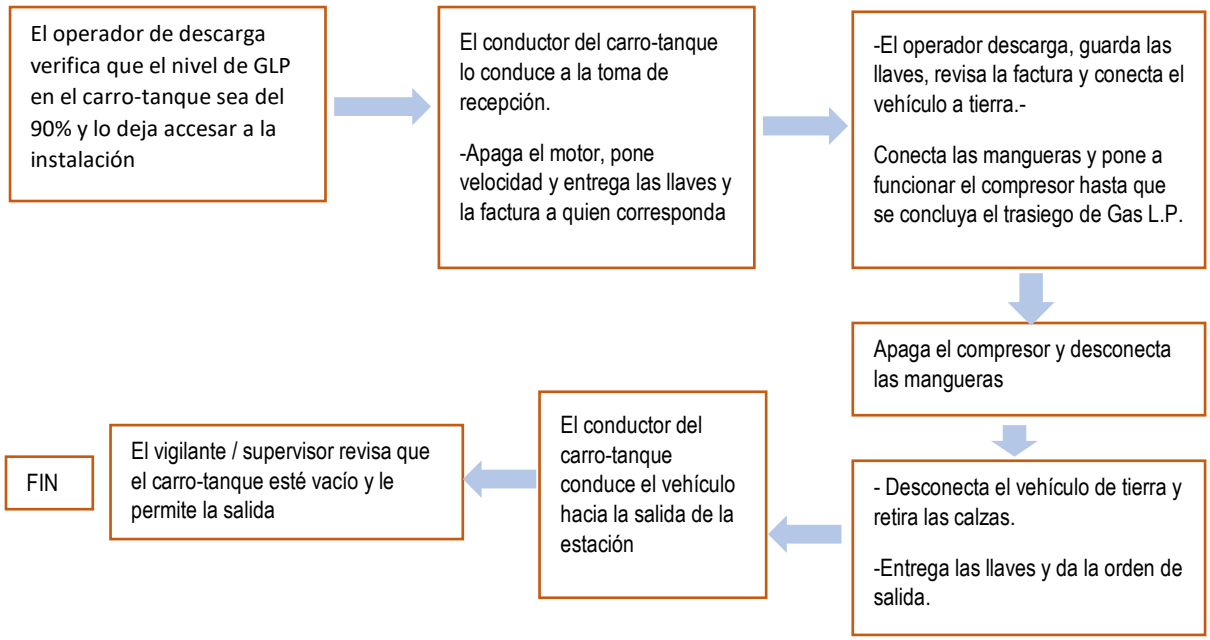


Ilustración 2. Diagrama esquemático simplificado de la recepción del Gas L.P.

El almacenamiento de Gas L.P. en los dos tanques de almacenamiento se desarrollará:

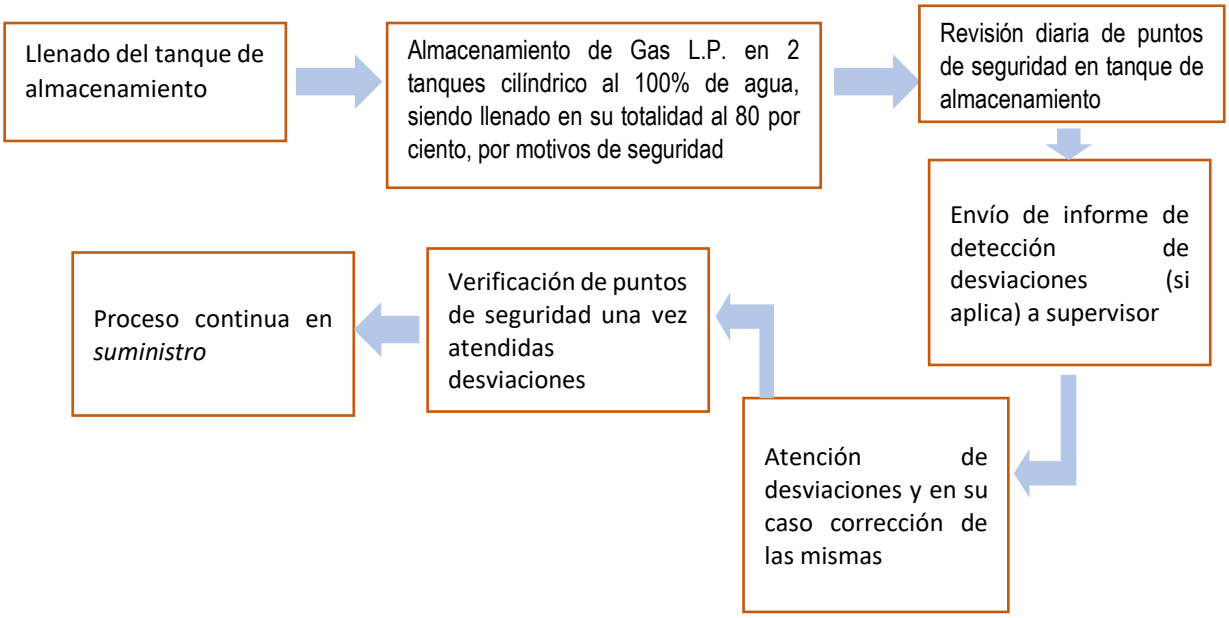


Ilustración 3. Diagrama esquemático simplificado del almacenamiento de Gas L.P.

Ahora bien, el suministro de Gas L.P. a los autotanques de la instalación se dará de la siguiente manera:

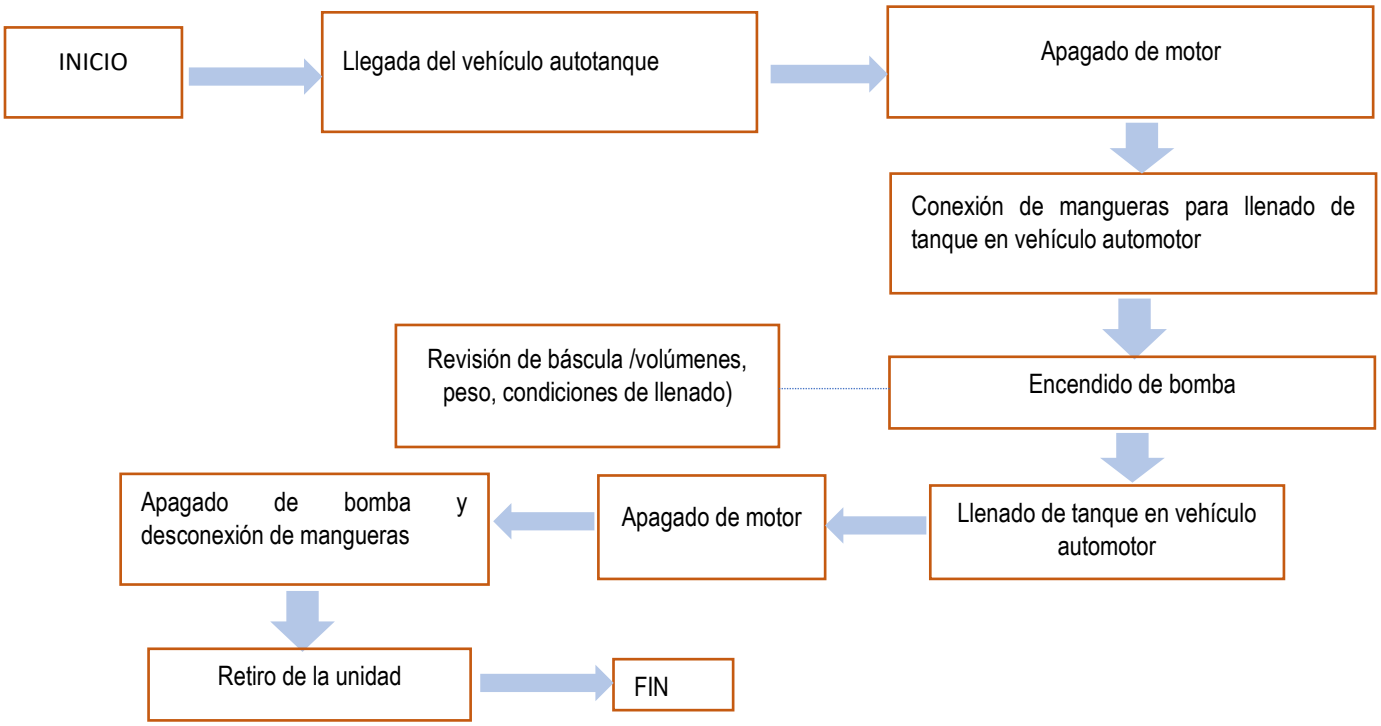


Ilustración 4. Diagrama esquemático simplificado del suministro de Gas L.P.

En la Planta de Distribución se crearán procedimientos operacionales críticos cuyo objetivo principal será establecer la secuencia de actividades a seguir que permitan efectuar de manera segura, de acuerdo al riesgo que representa esta actividad, la recepción y el trasvase de gas licuado de petróleo con el fin de realizar las actividades propias del proceso de una manera segura y confiable a fin de prevenir accidentes o incidentes, que pudieran afectar la continuidad del proceso, protegiendo así, las instalaciones, a las personas y al entorno.

I.2.1 Hojas de seguridad

Las hojas de seguridad del Gas L.P., única sustancia que se maneja en el proyecto se presenta en el anexo VII. A manera de resumen, mostraremos los identificadores manejados en su hoja de seguridad:

1. Identificador del producto

Identificador SAC	Gas Licuado del Petróleo
Otros medios de identificación	Gas LP, LPG
Uso recomendado del producto químico y restricciones de uso	Utilizado principalmente como combustible doméstico para la cocción de alimentos y calentamiento de agua. También puede usarse como combustible de hornos, secadores y calderas de diferentes tipos de industrias, en motores de combustión interna y en turbinas de gas para generación de energía eléctrica.
Datos sobre el proveedor Nombre	Pemex Transformación Industrial.

	Subdirección de Procesos de Gas y Petroquímicos.
Domicilio	Prolongación Paseo Usumacinta 1503, Colonia Tabasco 2000. Código Postal 86035. Villahermosa, Tabasco. México.
Teléfono	01 993 3103500 extensión 30170 para llamada nacional en México. Sustituir + 52 en vez de 01 en caso de llamada internacional.
Información adicional	URL: www.pemex.com
Teléfono en caso de emergencia	Llamar al Centro de Coordinación y Apoyo a Emergencias relacionados con la seguridad industrial, protección ambiental y seguridad física en centros de trabajo de Pemex, sus Empresas Productivas Subsidiarias y, en su caso, Empresas Filiales, disponible las 24 horas los 365 días al número telefónico 01 55 9689 6520. Llamar en caso necesario. al Centro de Información y Asistencia Toxicológica del Instituto Mexicano del Seguro

	Social, Conmutador 01 55 5627 6900 extensión 22317. Llamar a 01 993 3103500 extensión 32633 clave 400 para servicio médico o 444 para contraincendio del Complejo Procesador de Gas Cactus. Llamar a 01 993 3103500 extensión 33633 clave 400 para servicio médico o 444 para contraincendio del Complejo Procesador de Gas Nuevo Pemex. Llamar al 01 921 2113000 o 01 921 2114000 extensión 33394 o 34444, 34166 y 34185 respectivamente, para servicio médico y 33450 o 34409 respectivamente, para contraincendio del Centro de Proceso de Gas y Petroquímicos Coatzacoalcos. Llamar al 01 782 8261000 extensión 33170 clave 446 para servicio médico o extensión 36123 clave 445 para contraincendio del Complejo Procesador de Gas Poza Rica.

		Llamar al 01 899 9217600 extensión 56100 para servicio médico y 56213 o 56841 para contraincendio del Complejo Procesador de Gas Burgos. Llamar al 01 229 9892600 extensión 25134 para contraincendio del Complejo Procesador de Gas Matapionche. Sustituir + 52 en vez de 01 en caso de llamada internacional.

2. Identificación del peligro o peligros

Peligros	**Clasificación SAC**	**Indicación de peligro**
Físicos	Gases inflamables, categoría 1A. Gases a presión, categoría gas licuado.	H220 Gas extremadamente inflamable. H280 Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta.
Para la salud	Mutagenicidad en células germinales, categoría 2. Carcinogenicidad, categoría 2.	H341 Susceptible de provocar defectos genéticos por inhalación. H351 Susceptible de provocar

		cáncer por inhalación.
Para el medio ambiente	No clasificable	No aplica
Elementos de las etiquetas del SAC Pictograma		
Palabra de advertencia		Peligro
Consejos de prudencia		-
General		No aplica
Prevención		(H220) P210 Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas, llamas al descubierto y otras fuentes de ignición. No fumar. (H341/H351) P202 No manipular antes de haber leído y comprendido todas las precauciones de seguridad. P280 Utilizar guantes, ropa de protección para la piel, equipo de protección para los ojos y zapatos de seguridad con suela antiderrapante y casquillo de acero.
Intervención		(H220) P377 Fuga de gas inflamado: No apagar las llamas del gas inflamado si no puede hacerse sin riesgo. P381 En caso de

	fuga, eliminar todas las fuentes de ignición. (H341/H351) P308+P313 EN CASO DE exposición demostrada o supuesta: consultar a un médico
Almacenamiento	(H220) P403 Almacenar en un lugar bien ventilado. (H280) P410+P403 Proteger de la luz solar. Almacenar en un lugar bien ventilado. (H341/H351) P405 Guardar bajo llave
Eliminación	(H341/H351) P501 Eliminar el contenido o recipiente como residuo peligroso conforme a la reglamentación local vigente.
Otros peligros que no figuren en la clasificación	Puede provocar dificultades respiratorias si se inhala (asfixiante simple)
Información adicional	No aplica
3. Composición / Información sobre los componentes	
Nombre común	Gas licuado de petróleo
Sinónimos	LPG
Identidad química	

Nombre químico	**Número CAS**	**Concentración**	**Otros identificadores únicos**

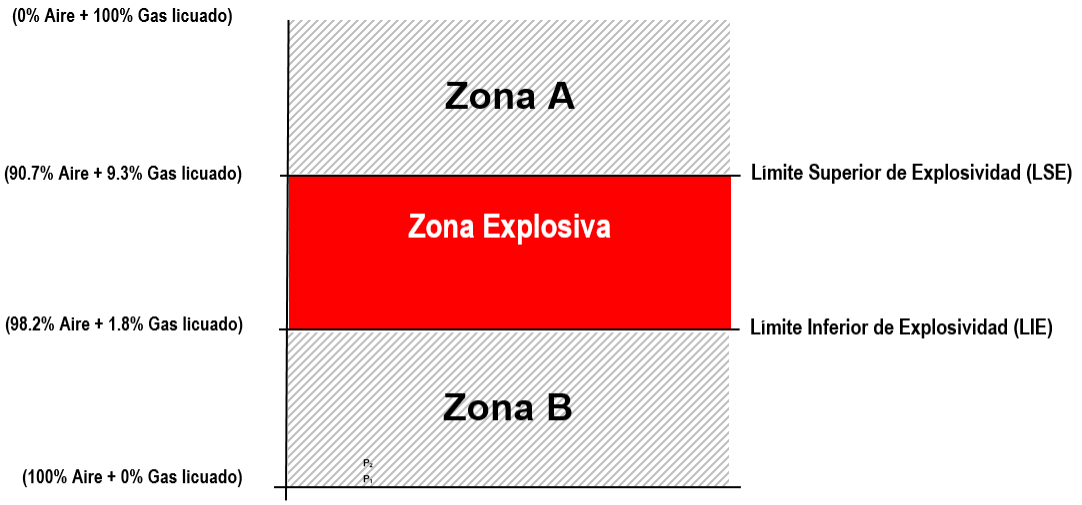
Gas licuado de petróleo	68476-85-7	100.0%	Número índice 649-202-00-6 Número comunidad europea 270-704-2
Componentes			
Etano	74-84-0	2.50% volumen máximo	Número Comunidad Europea 200-814-8
Propano	74-98-6	60.00% volumen mínimo	Número Comunidad Europea 200-827-9
Butanos	106-97-8 75-28-5	40.00% volumen máximo	Número Comunidad Europea 203-448-7, 200-857-2
Pentano y más pesados	109-66-0	2.00% volumen máximo	Número Comunidad Europea 203-692-4

Impurezas y aditivos estabilizadores	Etil-mercaptano (odorizante) 0,0017-0,0028 ppm, Azufre total 140 máximo ppm.
Información adicional	No aplica
4. Descontaminación y primeros auxilios	
Descontaminación	No disponible

Medidas de atención necesarias en caso de	
Inhalación	Retirar a la víctima lejos de la fuente de exposición, donde pueda respirar aire fresco. Si la víctima no respira, inicie de inmediato la reanimación o respiración artificial.
Vía cutánea	Se deberá rociar o empapar el área afectada con agua tibia o corriente. No se use agua caliente. Quitarse la ropa y los zapatos impregnados. Solicite atención médica inmediata.
Vía ocular	Aplicar de inmediato y con precaución agua tibia. Busque atención médica inmediata.
Ingestión	No disponible
Síntomas y efectos más importantes, agudos o crónicos	La salpicadura de una fuga de gas licuado provoca congelamiento momentáneo, seguido de hinchazón y daño ocular, además de quemadura fría. Los efectos de una exposición prolongada pueden incluir: dolor de cabeza, náusea, vómito, tos, signos de depresión en el sistema nervioso central, dificultad al respirar, mareos, somnolencia y desorientación. En casos extremos pueden presentarse convulsiones, inconsciencia, incluso la muerte como resultado de la asfixia. En fase líquida puede ocasionar

	quemaduras por congelamiento. Crónico: Depresión del sistema nervioso central; Sensibilizante cardiaco.
Indicaciones sobre la atención médica inmediata y el tratamiento específico	**Retirar inmediatamente de la exposición**, si presenta dificultad al respirar, personal calificado debe administrar oxígeno medicinal.
5. Propiedades físicas y químicas	
Estado físico	Gas
Color	Incoloro
Olor	Inodoro
Punto de fusión/punto de congelación	En condiciones estándar. No aplica En condiciones de almacenamiento y transporte: -167,9°C @ 101,325 kPa
Punto de ebullición o punto de ebullición inicial e intervalo de ebullición	32,5°C @ 101,325 kPa
Inflamabilidad	Inflamable
Límites inferior y superior de explosión/límite de inflamabilidad	**Mezcla Aire + Gas licuado** En condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 1,8% y más de 9,3% de gas licuado no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición (**Zonas A y B**). Sin embargo, a nivel práctico deberá desconfiarse de las mezclas cuyo contenido se acerque a la zona explosiva, donde sólo se necesita

	una fuente de ignición para desencadenar una explosión.



Punto 1 = 20% del LIE.- Valor de ajuste de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas.
Punto 2 = 60% del LIE.- Se ejecutan acciones de paro de bombas, bloqueo de válvulas, etc., antes de llegar a la Zona Explosiva.

Puto de inflamación	En condiciones estándar: No aplica En condiciones de transporte y almacenamiento: -98°C
Temperatura de ignición espontánea	435°C
Temperatura de descomposición	No disponible
pH	En condiciones estándar: No aplica. En condiciones de almacenamiento y transporte: no disponible
Viscosidad cinemática	No aplica
Solubilidad	Aproximadamente 0,0079% en peso @ 20°C
Coeficiente de partición n-octanol/agua	1,09 – 2,8 @ 20°C y pH 7 (ECHA, 2018)
Presión de vapor	688 – 1379 kPa @ 37,8°C
Densidad o densidad relativa	0,5400 @ 15,56°C

Densidad relativa de vapor	2,01 @ 15,5°C (dos veces más pesado que el aire)
Características de las partículas	En condiciones estándar: No aplica. En condiciones de transporte y almacenamiento: No disponible.
Información adicional	Tiene un odorizante que le proporciona un olor característico, fuerte y desagradable para advertir su presencia. El más común es el etil mercaptano. La intensidad de su olor puede disminuir debido a la oxidación química, adsorción o absorción. El gas que fuga de recipientes y ductos subterráneos puede perder su odorización al filtrarse a través de ciertos tipos de suelo. La intensidad del olor puede reducirse después de un largo período de almacenamiento.

I.2.2 Almacenamiento

La descripción del proceso en el proyecto, tal como se ha especificado en apartados anteriores, se ejecutará una vez se inicien operaciones, lo cual se estima pase para marzo del 2022 **una vez que se tenga la autorización en materia de impacto ambiental**. En caso contrario, se desistirá del proyecto y no se ejecutará.

La Planta de Distribución contará con 2 tanques de almacenamiento especial para Gas L.P. de tipo intemperie, cilíndrico, horizontal con una capacidad de 250,000

litros al 100% de agua cada uno, instalados en el predio de tal manera que cumpla con las distancias mínimas reglamentarias señaladas en NOM-001-SESH-2014, Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de octubre de 2014.

Especificaciones

	Recipiente I	*Recipiente II*
Capacidad en kg h_2O	250000	250000
Tara en kg	48360	48360
Peso total en kg	298360	298360
Carga por soporte	149180	149180

A manera de resumen, se puede señalar que el proceso de almacenamiento consistirá exclusivamente en llenar los tanques de Gas L.P., al 80% de su capacidad por seguridad, revisar diariamente los puntos de seguridad en los tanques, enviar informe de detección de desviaciones al supervisor y en caso de detectar alguna desviación, atenderla a la brevedad para evitar algún incidente mayor.

I.2.3 Equipos de proceso y auxiliares

Este apartado **no aplica** para el proyecto, ya que no se llevarán a cabo ningún proceso industrial o de transformación.

I.2.4 Pruebas de verificación

Las pruebas de verificación aplicables durante la vida útil de la instalación son las referidas a:

- Medición de espesores
- Pruebas hidrostáticas
- Verificación anual de la instalación de acuerdo a la NOM-001-SESH-2014
- Revisión y Verificación del sistema eléctrico de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012

- Revisión del sistema contra incendio
- Mantenimiento de extintores
- Simulacros
- Revisión de alarmas sonoras y paro de emergencia

I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

I.3.1 Especificaciones del cuarto de control

I.3.2 Sistemas de aislamiento

Estos apartado se especifica en memorias técnico descriptivas del proyecto (anexo II).

I.4 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

I.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

En México han ocurrido algunos accidentes con consecuencias fatales y afectaciones importantes a las infraestructuras, propiedades y ambiente en donde ha estado presente el Gas L.P. uno de los más importantes con difusión nacional se describe a continuación:

Fecha: Noviembre de 1984
Lugar: Refinería PEMEX, Ciudad de México
Causa: Ruptura de tuberías, estallido súbito de tanques de almacenamiento e incendio.
Consecuencias: 650 muertos, 2700 heridos; 20 millones de pesos en pérdidas en equipo; 5 BLEVES masivas, incendios secundarios y explosiones. El radio de exposición con mayor desastre fue de 800 m.

Algunos más con menos difusión, donde se han presentado accidentes son los siguientes:

Fecha: Junio 1996
Lugar: Guadalajara

Causa: Falla en el medidor de nivel y sobrellenado del recipiente.
Consecuencia: Incendio y estallido de un tanque estacionario que estaba siendo llenado en un hogar, causando 3 muertos y varios heridos de gravedad.

Fecha: Abril 1999
Lugar: Centro Histórico de la Cd.México
Causa: Falta de mantenimiento y verificación de las válvulas de exceso de flujo y relevo (válvulas de seguridad)
Consecuencia: Incendio de pipa de gas frente al Café Tacuba, ocasionando daños materiales.

Fecha: Noviembre 1999
Lugar: Autopista México-Querétaro
Causa: Debido al exceso de velocidad y falta de mantenimiento de la carretera.
Consecuencia: Pipa que transportaba 45,000 litros de Gas L.P. se sale de la carretera, ocasionando que la carga se empiece a fugar por el impacto contra el camellón. Sólo hubo daños materiales menores y pérdida del combustible.

Fecha: Marzo 2000
Lugar: Delegación Azcapotzalco
Causa: Falta de capacitación y cumplimiento con las medidas establecidas dentro de las instalaciones.
Consecuencia: La empresa tuvo un accidente de fuga de Gas L.P. con fuego provocado por el arranque y descontrol del mismo dentro de sus instalaciones acarreando daños del tipo material sin muertes.

I.4.2 Metodología de identificación y jerarquización

Le metodología que se utilizó en el presente trabajo para el análisis de riesgos proviene del *Technical Guidance for Hazard Analysis* esta metodología es la recomendada por las siguientes instituciones: Agencia Federal de Protección

Ambiental de los Estados Unidos (EPA – U.S.) Enviromental Protection Agency), por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA – Federal Emergency Management Agency) y por el Departamento de Transporte de los Estados Unidos (U.S. Department of Transportation).

Se decidió utilizar esta técnica por los siguientes motivos:

1. El presente proyecto de la Planta de Distribución *aún no se realiza*, es decir, no se tienen disponibles datos reales de la operación, por ejemplo, cuantas veces al día se opera la bomba de llenado de tanques de almacenamiento, o cuantas veces al día se realiza la maniobra de llenado de autotanques, cuanto gas se trasvasa durante un día, semana, etc.
2. Considera como prioridad la identificación de las poblaciones, instalaciones y componentes ambientales que pueden estar amenazados por un potencial evento de riesgo (zona de riesgo).
3. Finca las bases para establecer un plan de respuesta a emergencias para atender a la población, no al establecimiento; siendo esto última responsabilidad de la propia empresa.

Un análisis de riesgo debe comprender una planeación lógica para enfrentar emergencias ocurridas con materiales peligrosos y debe considerar todas las situaciones, sustancias o materiales capaces de causar pérdidas de vidas, lesiones o daños a la salud, daños a las propiedades o al ambiente.

Señalemos que un *peligro* es definido como la situación, material o sustancia que tiene el potencial para causar daños a la vida y/o daños a las propiedades y al ambiente. Esta definición de peligro está basada en las características intrínsecas de un material, al nivel y duración de la exposición que se tenga. Algunas sustancias químicas son potencialmente peligrosas por su toxicidad o por sus propiedades físicas o químicas (CRETIB), tales como inflamabilidad y reactividad, el Gas L.P. se considera peligroso por su inflamabilidad y no por su toxicidad.

El *riesgo* es una medida de probabilidad. A mayor riesgo, es más probable que un peligro pueda causar mayores daños. Idealmente un riesgo debería ser cuantificado, sin embargo, frecuentemente no se tiene la disponibilidad de los datos numéricos (en tasas de frecuencia) de las falas de los equipos o de los errores humanos, por lo que no siempre es posible cuantificar de manera exacta el riesgo de una liberación (fuga o derrame) de alguna sustancia.

La metodología aplicada para este estudio costa de tres pasos:

- La **identificación de peligros**: En este paso se provee información específica para situaciones, materiales o sustancias que tienen el potencial de causar daños a la vida o dañar las propiedades y el ambiente por la liberación, derramamiento o fugas de sustancias o materiales peligrosos.
- El **análisis de vulnerabilidad**: Este identifica las áreas en la comunidad que puedan ser afectadas o expuestas, individuos que puedan ser sujetos de lesiones o muerte y aquellas instalaciones, propiedades o componentes ambientales que sea susceptibles de sufrir daño por la liberación de materiales o sustancias peligrosas.
- El **análisis de riesgos**: En este se realiza una evaluación de la posibilidad de que ocurra una liberación de un material peligroso y sus consecuencias en las condiciones actuales en caso de que se presente dicho evento, esta evaluación se basa en la estimación de las zonas vulnerables y la severidad de las consecuencias.

Identificación de peligros del proyecto

El principal y único peligro que se puede identificar en una instalación de estas características (Planta de Distribución) es, el posible incendio generado por una nube de gas y aire que pueda formarse a partir de una fuga que puede ocurrir principalmente en el área de llenado, en las líneas de conducción de Gas L.P. o en el tanque de almacenamiento (en orden decreciente de probabilidad) – *sin importar en este punto cuál sea la causa de la fuga, este método se enfoca en los hechos posibles*- si al fugarse el gas, este no se incendia inmediatamente, puede formar una nube de gas que se moverá en la misma dirección del viento.

Si esta nube hiciera contacto con una fuente de ignición, una columna de fuego podría dispararse y retroceder hasta la fuente de la fuga y podría hacerlo con fuerza explosiva. Así pues, existen 3 formas posibles para que se presente un peor caso creíble a partir de una liberación de gas en una instalación del tipo Planta de Distribución.

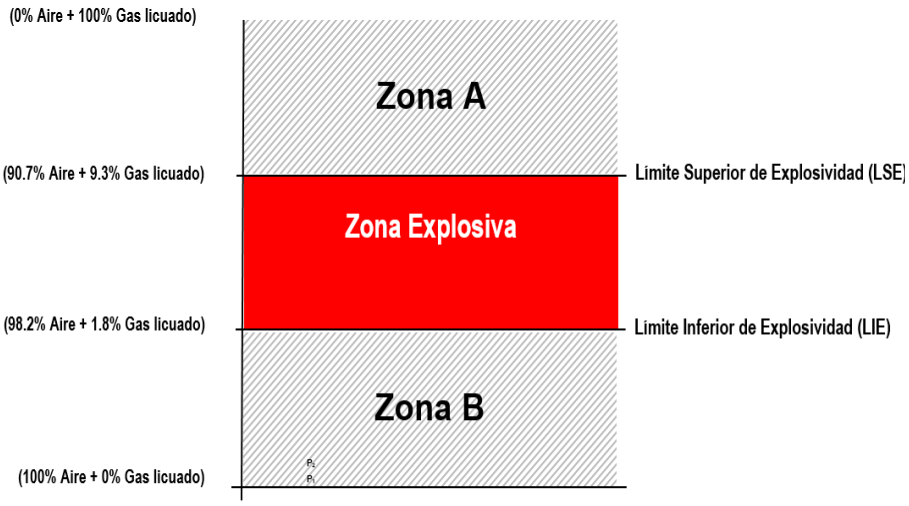
Escenarios de una liberación de gas en una Planta de Distribución

Forma de Liberación	Escenario Tóxico	Escenario de Fuego	Escenario de Explosión
El gas se escapa, pero no se incendia	Se forma una nube de vapores tóxicos asfixiantes	Área flamable para fuego instantáneo	Nube de vapor explosivo
El gas se incendia al escapar	---	Fuego en forma de chorro	---
BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Expolsion)	---	Bola de fuego súbita	---

Como se ha mencionado anteriormente la única sustancia peligrosa que estará presente durante la etapa de operación de proyecto será el Gas L.P., a continuación, se describen sus características y propiedades:

Características y propiedades del Gas L.P. en el proyecto

Nombre del producto	Gas licuado del petróleo
Número CAS	68476-85-7
Concentración	100%
Componentes	Etano 2.5% Propano 60% Butano 40% Pentano y más pesados 2%
Impurezas y aditivos estabilizadores	Etil-mercaptano (odorizante) 0.0017-0.0028 ppm, Azufre total 140 máximo ppm
Límites de exposición laboral	1000 ppm
Color	Incoloro
Olor	Inodoro
Punto de fusión/punto de congelación	En condiciones estándar: no aplica En condiciones de almacenamiento y transporte: -167.9°C a 101.325 kPa
Punto de ebullición o punto de ebullición inicial e intervalo de ebullición	-32.5°C a 101.325 kPa

Inflamabilidad	Inflamable
Límites inferior y superior de explosión/límite de inflamabilidad	**Mezcla Aire+Gas Licuado** En condiciones ideales de homogeneidad las mezclas de aire con menos de 1.8% y más de 9.3% de gas licuado no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición (zonas A y B). Sin embargo, a nivel práctico deberá desconfiarse de las mezclas cuyo contenido se acerque a la zona explosiva, donde sólo se necesita una fuente de ignición para desencadenar una explosión.  unto 1 = 20% del LIE.- Valor de ajuste de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas. unto 2 = 60% del LIE.- Se ejecutan acciones de paro de bombas, bloqueo de válvulas, etc., antes de llegar a la Zona Explosiva.
Temperatura de ignición espontánea	435°C
pH	En condiciones estándar: No aplica En condiciones de almacenamiento y transporte: No disponible
Viscosidad Cinemática	No aplica
Solubilidad	Aproximadamente 0.0079% en peso a 20°C

Coeficiente de partición n-octano/agua	1.09-2.8 a 20°C y pH 7 (ECHA, 2018)
Presión de vapor	688-1379 kPa a 37.8°C
Densidad o densidad relativa	0.54000 a 15.56°C
Densidad relativa de vapor	2.01 a15.5°C (dos veces más pesado que el aire)
Reactividad	Con productos químicos y gases licuados no refrigerados a presión
Estabilidad química	Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo
Posibilidad de reacciones peligrosas	Puede entrar en BLEVE en minutos, por fuego, radiación térmica del fuego, explosión y proyectiles. No se polimeriza.
Materiales incompatibles	Oxidantes fuertes

Análisis de Vulnerabilidad

Esta es la segunda etapa de tres, del estudio de análisis de riesgo, esta etapa proveerá información para ayudar en la planeación para responder a una posible emergencia, incluye los siguientes aspectos:

- Una estimación de la *zona vulnerable*
- Datos de la población, en términos de número y tipo, recursos naturales en el área
- Sitios de concentración de personas cercanos al sitio de proyecto, tales como auditorios, iglesias, cines, escuelas, etc.

- Localización de servicios de emergencia, tales como hospitales, estaciones de bomberos, policía, etc.

Así pues se procedió a determinar la zona de vulnerabilidad haciendo uso de dos herramientas: un modelo computarizado de fuego y explosión y un recorrido en el área.

Como se ha mencionado anteriormente, el *peor escenario creíble* que podría ocurrir en una instalación de las características de este proyecto sería una fuga de gas licuado de petróleo la cual formaría una nube con características explosivas ocasionando una BLEVE.

Un *peor escenario creíble* supone las condiciones más probables, realistas y usuales, con respecto a la operación de la instalación, a las condiciones atmosféricas del área y a las circunstancias de la hipotética liberación de gas que ocasionaría un desastre.

Premisas y creencias básicas usadas en los modelos de simulación

El andén de llenado (zona de suministro)[1], es el área de la instalación en donde se puede prever que se presente mas probablemente el *peor escenario creíble*, ya que es ahí donde se realizar las actividades más rutinarias, tales como: recepción de Gas L.P., llenado de recipientes (tanques de almacenamiento), repeso de recipientes, entrega de recipientes llenos al repartidor, llenado de vehículos automotores, y donde el factor humano interviene en todo momento.

En la zona de suministro se pueden presentar varios eventos que terminen ocasionando una fuga de gas, tales como:

- Sobrellenado de recipientes. Cuando se rebasa el máximo nivel permitido de llenado en tanques de almacenamiento.
- Falla en el sistema de llenado de la báscula. Por fatiga de materiales en las tuberías, codos válvulas, manómetro, mangueras.

[1] Zona de Suministro en la Planta de Distribución.

- Falla en la estructura física de los tanques de almacenamiento que provoque una fuga y que pueda hacer ignición por contacto directo con alguna fuente potencial.
- Falla instrumental, las tuberías que conectan al tanque de almacenamiento con el área de suministro y puedan ocasionar una fuga de gas l.p.
- Ruptura de tubería que conecta el área de suministro con el área de almacenamiento.

Delimitación de la Zona de Vulnerabilidad

Para definir los límites de la zona de vulnerabilidad, se partió del supuesto de que puede ocurrir *una falla en la estructura física de los tanques de almacenamiento que provoque una fuga y que pueda hacer ignición por contacto directo con alguna fuente potencial*, se eligió este ejemplo porque este tipo de situaciones son las de mayor demanda en las operaciones diarias (siempre hay fujo de gas l.p. desde tanque de almacenamiento hacia la zona de suministro) y, en un momento dado, por las condiciones de las tuberías puede existir sobrepresión y fuga del gas, las cuales contribuirían a la formación de una nube potencialmente explosiva. Dichas fugas pueden generarse desde el área de almacenamiento y hasta la zona de suministro, por la falta de mantenimientos y verificación, que como se ha venido reiterando, ocasionaría fugas de gas igualmente con potencial que este se incendie y forme una BLEVE.

Premisas y creencias básicas usadas en los modelos de simulación

El área de almacenamiento en la Planta de Distribución, es el área de la instalación en donde se puede prever que se presente más probablemente el *peor escenario*, ya que es allí donde continuamente durante el día, se realizarán las actividades de trasvase de Gas L.P. hacia las zonas de suministro, pudiendo presentarse varios eventos que terminen ocasionando una fuga de gas, tales como:

- Derivado de una falla instrumental, las tuberías que conectan al tanque de almacenamiento con el andén de llenado, haría que existiera un sobrellenado de recipientes.

- Falla en la estructura del tanque de almacenamiento. Por corrosión, por degollamiento de la válvula de servicio cuando se empieza a trasvasar el producto hacia las zonas de suministro, fallas en manómetro, mangueras, causado por fatiga de los materiales.
- Ruptura de tubería que conecta el área de suministro con el área de almacenamiento. Por una inadecuada capacitación que ocasione que trabajadores no manipulen correctamente los instrumentales y desconozcan la manera de hacer conexión al momento de estar trasvasando en el área de suministro.

Delimitación de la zona de vulnerabilidad

Para definir los límites de la zona de vulnerabilidad en la Planta de Distribución, se partió del supuesto de que puede ocurrir una *falla en la estructura física del tanque de almacenamiento en la Planta de Distribución*, se eligió este ejemplo porque este tipo de tanques son los que proveen a los vehículos automotores y a la población en general, del vital combustible y, por las corrosiones a las que están expuestas que podrían causar una falla en la estructura física de tanques, que terminaría en una fuga sin que este se incendie.

En este hipotético caso, de acuerdo a datos obtenidos de la modelación de fuego, se generaría una nube inflamable que alcanzaría diversos radios de afectación; Dichas simulaciones se realizaron a través del software SCRI FUEGO 2.2, los escenarios se describen a continuación:

1.- Nube inflamable causada por una fuga y posterior explosión en la Planta de Distribución, derivado del peor escenario, donde la corrosión en tanques de almacenamiento provoca una fuga y la misma encuentra un punto de ignición, derivado de la fricción en equipos mecánicos y en eléctricos tanto en la zona de almacenamiento, personal utilizando equipos móviles electrónicos, así como el posible paso de vehículos semirremolque para el llenado de tanque de almacenamiento. Alcanzando radios de *zona de alto riesgo* equivalentes a 741.92 m.

- Nube inflamable causada por una fuga y posterior explosión en uno de los dos tanques de almacenamiento, mismos que encuentran un punto de ignición, derivado de la fricción en equipos mecánicos y en eléctricos tanto en la zona de almacenamiento, personal utilizando equipos móviles electrónicos, así como el posible paso de vehículos auto-tanque para el llenado de los tanques de almacenamiento. Alcanzando radios de *zonas de alto riesgo* equivalentes a 595.49 m.

Los datos anteriores provienen de los modelos de dispersión para inflamabilidad, calculados por medio del software *Dinámica Heurística SCRI FUEGO 2.2.* Durante el recorrido preliminar que se realizado en el área de estudio y, teniendo como consideración las zonas de alto riesgo ya definidas, se pudo constatar que no existen escuelas, hospitales, áreas deportivas, mercados o cualquier otro sitio de reunión en las inmediaciones del proyecto. De hecho, en su alrededor únicamente existen terrenos dedicados a la agricultura y terrenos sin ninguna actividad.

Infraestructura para atención a emergencias

- En el Estado de Tamaulipas cuentan con clínicas y hospitales de primer, segundo y tercer nivel, tanto de atención pública como privada.
- Se cuenta también con Estaciones de Bomberos con máquinas y equipo especializado para el combate de incendios, claro está, dependiendo del municipio.
- Protección civil es fácil y rápida de contactar a través de sus números de emergencia, los cuales se preverán colocar en todas y cada una de las entradas a la instalación, oficinas, sanitarios, casetas, etc., que sean lugares viables para su rápida toma y llamada a primeros auxilios y, que en general, cualquier persona pueda identificar en caso de necesitarse.

Para cada escenario de inflamabilidad (fuego y explosión), por generación de una nube de gas L.P., derivado de una fuga del mismo, se realizaron sus respectivas simulaciones, recreando un escenario normal en el área en cuanto a las características atmosféricas.

A continuación, se especifican las características computadas para los 2 peores casos creíble:

Concepto	Valor
Nombre	Gas licuado de petróleo
Tipo de escenario	
Velocidad del viento	1.5 m/s
Estabilidad Atmosférica	Clase B
Temperatura	25°C
Humedad relativa	55%
Entorno	Campo abierto
Tipo de fuga	Corrosión (deriva a un orificio) en tanques cilíndricos horizontales
Masa del combustible	132500 (escenario con 1 tanque) 265000 (escenario con ambos tanques)
Fracción radiante	0.4

ANÁLISIS DE RIESGO

El análisis de riesgo incluye una estimación de la probabilidad o posibilidad de que un evento ocurra. El riesgo puede ser caracterizado en términos cualitativos tales como alto, medio, bajo, o en términos cuantitativos usando estimaciones numéricas y cálculos estadísticos. Para propósitos prácticos, un análisis de riesgo puede ser basado en una evaluación apreciativa y subjetiva.

Los criterios utilizados para el análisis de riesgos son dos:

La probabilidad de que un evento ocurra

-Improbable, no hay un conocimiento de que haya ocurrido en el sector empresarial en una instalación de estas características.

-Poco probable, aquel evento que ocurriría una vez cada 2 años

-Posible, aquel evento que raramente pudiera ocurrir asumiendo una operación y mantenimiento normal del equipo.

-Bastante posible, cuando la ocurrencia se considera durante la vida útil de la instalación.

-Probable, cuando la ocurrencia se considera suficiente como para asumir que el evento ocurrirá al menos una vez durante toda la vida útil de la instalación.

La severidad de las consecuencias del evento

-Ligera, cuando el evento ocurre sin que existan daños materiales, sin que resulten lesiones a las personas y si que se afecten los componentes ambientales.

-**Seria**, cuando existan daños materiales sin poner en riesgo la salud o la integridad física de las personas y sin que se afecten los componentes ambientales.

-**Mayor**, cuando el evento ocurre generando daños materiales, pero que resulten lesiones que no comprometan la vida de las personas y sin que afecten los componentes ambientales

-Catastrófico, cuando el evento ocurre generando daños materiales, lesiones a las personas y que se afecten los componentes ambientales.

Multicatastrófica, cuando ocurran daños a la salud de las personas, lesiones graves o muerte y daños materiales a las instalaciones y se afecten los componentes ambientales, involucrando otras instalaciones vecinas.

El riesgo en sí, es definido en una matriz bidimensional con la *Probabilidad* en el eje X positivo (horizontal) y la *Severidad* en el eje Y negativo (vertical).

Trazar la Probabilidad y la Severidad de un evento indeseado proporciona una medida del **Nivel de Riesgo**.

Los números correspondientes al potencial de Severidad (-1 a -5) son negativos porque el resultado de un evento indeseado es negativo. Cuando se multiplican los números correspondientes a la Severidad por los números de la Probabilidad (1 a 5), los números resultantes son negativos (-1 a 25).

Este concepto se puede presentar gráficamente de la siguiente manera:

Ilustración 5.- Combinación de conclusiones derivadas del análisis de riesgo, identificando situaciones que son de mayor preocupación

A continuación, se listan los pasos a seguir para determinar el nivel de riesgo de las actividades a desarrollar en las instalaciones:

1. Listar todos los pasos asociados con la Actividad en la Columna 1 del formato de Registro de Análisis y Control de Riesgos.
2. Para cada paso o tarea, describa los Riesgos y sus peores consecuencias en la Columna 2, asumiendo que no existen Medidas de Control de Riesgos in situ para la Actividad en cuestión.
3. En la Columna 3, liste la Categoría de Pérdida, o sea, personal, activos, medio ambiente, etc., y la Población Afectada.
4. Evalúe la Probabilidad del Riesgo Inicial e introduzca los datos correspondientes en la Columna 4.

5. Evalúe la peor Severidad del Riesgo Inicial e introduzca los datos correspondientes en la Columna 5.
6. Trace la Probabilidad y la Severidad en la Matriz de Evaluación de Riesgos e introduzca el Nivel de Riesgo Inicial resultante en la Columna 6. La intersección de la Probabilidad determinada en el eje X con la Severidad determinada en el eje Y determina el Nivel de Riesgo Inicial;

Zona Negra	No operativo	Evacuar la zona / instalación de inmediato
Zona Roja	Intolerable	No asumir este tipo de riesgo
Zona Amarilla	Indeseable	Demostrar ALARP (As Low Reasonable Possible) antes de proceder
Zona Verde	Aceptable	Proceder cuidadosamente, con mejoramiento continuo
Zona Azul	Insignificante	Es seguro proceder

7. Considerando cuidadosamente todos los Factores de Contribución y Escalada que aumentan la Probabilidad, liste en la Columna 7 todas las Medidas de Prevención, actuales y planificadas, para reducir la Probabilidad.
8. Considerando cuidadosamente todos los Factores de Contribución y Escalada que aumentan la Severidad, liste en la Columna 8 todas las Medidas de Mitigación, actuales y planificadas, para reducir la Probabilidad.
9. Con las Medidas de Prevención actuales y planificadas in situ, reevalúe la Probabilidad e introduzca los datos correspondientes en la Columna 9. Esa es la Probabilidad del Riesgo Residual.
10. Con las Medidas de Mitigación actuales y planificadas in situ, reevalúe la Severidad e introduzca los datos correspondientes en la Columna 9. Esa es la Severidad del Riesgo Residual.

11. Trace la Probabilidad y la Severidad en la Matriz de Evaluación de Riesgos e introduzca el Riesgo Residual resultante en la Columna 11.
12. La intersección de la Probabilidad determina en el eje X con la Severidad determinada en el eje Y determina el Nivel de Riesgo Residual:

Zona Negra	No operativo	Evacuar la zona / instalación de inmediato
Zona Roja	Intolerable	No asumir este tipo de riesgo
Zona Amarilla	Indeseable	Demostrar ALARP (As Low Reasonable Possible) antes de proceder
Zona Verde	Aceptable	Proceder cuidadosamente, con mejoramiento continuo
Zona Azul	Insignificante	Es seguro proceder

13. Determine si es posible, o no, continuar con la Actividad con las Medidas de Control de Riesgos actuales y planificadas, o si es necesario rediseñar la Actividad.

Las Medidas de Prevención reducen la Probabilidad de ocurrencia de un evento indeseado.

Las Medidas de Mitigación reducen la Severidad de un evento indeseado.

REGISTRO DE ANALISIS Y CONTROL DE RIESGOS												
Revisión	JULIO 2012		Tarea/Proceso evaluado:	Recepción semirremolque								
Operación	PROYECTO PLANTA DE DISTRIBUCIÓN MATAMOROS		Responsable valuador:	Jefe del Departamento de Operaciones GASOPT, S.A. DE C.V.								
PASOS DE LA ACTIVIDAD	RIESGO			RIESGO INICIAL			MEDIDAS DE CONTROL			RIESGO RESIDUAL		
	Descripción del riesgo y de sus peores Consecuencias si no existen Medidas de Prevención o Mitigación in situ	Categoría de Pérdidas / Población Afectada		Probabilidad	Severidad	NIVEL DE RIESGO	Indique todas las Medidas de Control, Actuales y Planificadas, tomando en Cuenta los Factores de Contribución y Escalada			Probabilidad	Severidad	NIVEL DE RIESGO
							Medidas de Prevención Actuales y Planificadas para Reducir la Probabilidad	Medidas de Mitigación Actuales y Planificadas para Reducir la Severidad				
Recepción del semirremolque	Que se presente una falla en cualquiera componentes mismos del sistema mec eléctrico de la zona de almacenamiento	Personal Equipo Económico Ambiental		4	-4	-16	Capacitación al persona Verificación d cumplimiento normativo de seguridad de l componentes del siste mecánico y eléctrico en zona de almacenamient en las condicione eléctricas y mecánicas semirremolque mismo, acuerdo a normativid mexicana vigente Supervisión por persona capacitado Eliminación de recipien portátiles que present fallas en las válvulas	Se contarán con extintores, hidrantes y riego, minimizará al mínimo los efectos y causales d riesgo Se contarán con válvulas de seguridad de relevo presión, exceso de flujo, no retroceso y doble que evitarán que se presenten este tipo de vulnerabilidades Se verificará periódicamente el cumplimient aspectos normativos señalados en norma correspondientes		1	-1	-1
Conexión del semirremolque a tanqu de almacenamiento	Que durante esta actividad no se conecte bien las mangueras y se empiece el tras del gas l.p. hacia el tanque almacenamiento, ocasionando fugas posiblemente una ignición si se encuen con alguna fuente potencial.	Personal Equipo Económico Ambiental		2	-5	-10	Capacitación al persona Verificación de cumplimiento normativo y de seguridad en tanques de almacenamiento Supervisión de Persona Capacitado	Se contará con extintores, hidrantes y riego, lo q minimizará al mínimo los efectos y causales riesgo Así mismo se verificará doble vez, que conexiones se realicen correctamente. Así mismo, se prevé la instalación de detect de gas que alerten ante una posible fuga.		2	-1	-2
Compresor de la planta enciende	El gas L.P. aun cuando se conecta todo manera correcta, no se puede trasegar h tanque de almacenamiento porque el con presenta fallas, realizando el llenado de m intermitente e inclusive ocasionando que s genere un fallo eléctrico en la instala	Personal Equipo Económico Ambiental		2	-2	-4	Inspección del equipo mecánico Capacitación al persona Verificación d cumplimiento normativo de seguridad del tanque d almacenamiento	Bimestralmente los trabajadores rec capacitación interna sobre el manejo seguro de L.P., así mismo se realizarán mantenim periódicos a la instalación para detectar desv y evitar este tipo de fallas en las actividades d proceso.		1	-1	-1

Conato de incendio en tablero eléctrico	Al momento de encender el compresor iniciar el proceso de trasiego, hay un corto que prende momentáneamente el tablero eléctrico	Personal Equipo Económico Ambiental	4	-4	-16	Capacitación al personal Verificación de cumplimiento normativo de seguridad de los recipientes portátiles de acuerdo a normatividad correspondiente Supervisión por personal capacitado Eliminación de recipientes portátiles que presenten fallas en las válvulas	Se contarán con extintores, hidrantes y riego, lo que minimizará al mínimo los efectos y causales de riesgo Se contará con paro de emergencias. Se contará con detector de humos. Los trabajadores contarán con capacitación en atención y control de conatos de incendio e incidentes laboral.	1	-1	-1

Tabla 6. Matriz bidimensional de riesgo 1

REGISTRO DE ANALISIS Y CONTROL DE RIESGOS												
Revisión	JULIO 2020	Tarea/Proceso evaluado:	Trasiego de Gas L.P. de Semirremolque a los tanques de almacenamiento vertical									
Operación	PROYECTO AEROPUERTO	Responsable valuador:	Jefe del Departamento de Operaciones GASEPT, S.A. DE C.V.									
PASOS DE LA ACTIVIDAD	RIESGO		RIESGO INICIAL			MEDIDAS DE CONTROL		RIESGO RESIDUAL				
	Descripción del riesgo y de sus peores Consecuencias si no existen Medidas de Prevención o Mitigación in situ	Categoría de Pérdidas / Población Afectada	Probabilidad	Severidad	NIVEL DE RIE	Indique todas las Medidas de Control, Actuales y Planific tomando en Cuenta los Factores de Contribución y Esca		Probabilidad	Severidad	NIVEL DE RIE
						Medidas de Prevención Actuales y Planificadas para Reducir la Probabilidad	Medidas de Mitigación Actuales y Planificadas para Reducir la Severidad			
Recibir semirremolque	Que se presente una fuga de L.P. en las válvulas del semirremolque con presencia de fuego implicación de explosión súbita	Personal Equipo Económico Ambiental	2	-4	-8	Capacitación al personal con conocimiento del procedimiento aprobado Señalización de seguridad en áreas de trabajo Accesos nivelados y libres de objetos Verificación de cumplimiento normativo y de seguridad Supervisión del personal capacitado Coordinación con proveedor para evitar el uso de semirremolques que no reúnan las condiciones de seguridad	Se contarán con válvulas de seguridad, relevo de presión exceso de flujo, no retroceso y doble check que evitarán que se presente este tipo de eventualidades. Se contará con extintores hidrantes y riego, lo que minimizará a mínimo los efectos y causales del riesgo	1	-1	-1
Descarga del semirremolque	Que se presente una fuga de Gas L.P. en las de descarga con presencia de fuego implicación de explosión súbita	Personal Equipo Económico Ambiental	3	-4	-12	Excluir a todo el personal no esencial del área de maniobras Capacitación al personal con conocimiento del procedimiento adecuado	Se contarán con válvulas de seguridad, relevo de presión exceso de flujo, no retroceso y doble check que evitarán	1	-2	-2

						Señalización de seguridad en áreas de trabajo Inmovilización del autotanque con calzas para evitar desplazamientos imprevistos. Verificación de cumplimiento normativo y de seguridad Supervisión por personal capacitado Coordinación con proveedores para evitar el uso de semirremolques que no reúnan las condiciones de seguridad	presente este tipo de eventualidades. Se contarán con extintores, hidrantes y riego, lo cual minimizaráal mínimo los efectos y causales del riesgo. Botones de paro de emergencia Válvulas de cierre manual			
Trasiego de Gas L.P. en líneas de suministro al tanque de almacenamiento (tanques de almacenamiento)	Que se presente una fuga de Gas L.P. en las válvulas, tuberías, bombas, compresores, con presencia de fuego con implicación de explosión súbita	Personal Equipo Económico Ambiental	2	-4	-8	Excluir a todo el personal no esencial del área de maniobras Capacitación al personal con conocimiento del procedimiento aprobado Verificación de cumplimiento normativo y de seguridad Supervisión por personal capacitado Coordinación con proveedores para evitar el uso de semiremolques que no reúnan las condiciones de seguridad	Se contará conválvulas de seguridad, relevo de presión, exceso de flujo, o retroceso y doble check que evitarán de presente este tipo de eventualidades Se contará con extintores, hidrantes y riego, lo cual minimizará al mínimo los efectos y causales del riesgo. Botones de paro de emergencia	1	-1	-1
Tanque(s) de almacenamiento de Gas L.P.	El posible incendio generado por una fuga de Gas en el tanque de almacenamiento ya sea por una falla la estructura física en la base, cuerpo o anillo protector si al fugarse el gas este no se incendia inmediatamente puede formarse una nube de gas que se movería en la misma dirección del viento. Si esta nube hiciera contacto con una fuente de ignición, una bola de fuego podría dispersarse y retroceder hasta la fuente de la fuga y podría hacerlo con fuerza explosiva.	Personal Equipo Económico Ambiental	4	-5	-20	Capacitación al personal Verificación de cumplimiento normativo y de seguridad Supervisión por personal capacitado	Se contará con válvulas de seguridad, relevo de presión, exceso de flujo, no retroceso y doble check que evitarán de presente este tipo de eventualidades Se contará con extintores, hidrantes y riego, lo cual minimizará a mínimo los efectos y causales del riesgo. Botones de paro de emergencia	2	-2	-4
Suministro del Gas L.P. tanque(s) de almacenamiento hacia Autotanques	Que se presente una fuga de Gas L.P. en las válvulas del autotanque, en la toma de suministro con presencia de fuego con implicación de explosión súbita	Personal Equipo Económico Ambiental	3	-4	-12	Capacitación del Personal Verificación del cumplimiento normativo y de seguridad Supervisión por personal capacitado Coordinación con proveedores para evitar el uso de semirremolques que no reúnan las condiciones de seguridad	Se contará con válvulas de relevo de presión, exceso de flujo, no retroceso y doble check que evitarán de presente este tipo de eventualidades. Se contará con extintores, hidrantes y riego, lo cual	2	-1	-2

							minimizará a mínimo efectos y causales del ries Botones de paro d emergencia			
Salida de la Planta Almacenamiento Autotanq Semirremolque	Que no se desconecte bien el semirremolq autotanque y se presente una fuga de Gas L.P. válvulas o líneas con presencia de fuego con im de explosión súbita	Personal Equipo Económico Ambiente	2	-4	-8	Capacitación al personal co conocimiento del procedimi aprobado Señalización de seguridad en áreas de trabajo Accesos nivelados y libres objetos Verificación de cumplimie normativo y de seguridad Supervisión por perso capacitado Coordinación con proveedor evitar el uso de vehículos qu reúnan las condiciones d seguridad	Se contarán con válvulas seguridad, relevo de pres exceso de flujo, no retroce doble check que evitarán se presenten este tipo eventualidades Se contará con extintor hidrantes y riego, lo q minimizará al mínimo los efectos y causales del ries Botones de paro d emergencia Se revisará que se descon totalmente el semirremolqu autotanque del tanque almacenamiento.	1	-1	-1

Tabla 7. Matriz bidimensional de riesgo 2

De esta manera, el peor escenario creíble que se considera:

El posible incendio generado por una fuga de Gas L.P. en el tanque de almacenamiento ya sea por una falla en la estructura física en la base, cuerpo o anillo protector; si al fugarse el gas este no se incendia inmediatamente, puede formarse una nube de gas que se moverá en la misma dirección del viento. Si esta nube hiciera contacto con una fuente de ignición, una bola de fuego podría dispersarse y retroceder hasta la fuente de la fuga y podría hacerlo con fuerza explosiva.

Aunque este escenario no signifique la situación de mayor preocupación, si es la forma más creíble en que puede ocurrir un accidente en este tipo de instalaciones.

Nivel de Riesgo INICIAL :

-La posibilidad de que dicho evento ocurra se considera bastan te posible (4)
-La severidad de las consecuencias del evento es multicatastrófica (-5)
-El Riesgo Inicial, es decir, sin que existan medidas de prevención y mitigación in situ NO OPERATIVO (-20)

Nivel de Riesgo RESIDUAL :

-La posibilidad de que dicho evento ocurra se considera poco probable (2)
-La severidad de las consecuencias del evento es seria (-2)
-El Riesgo Residual con las Medidas de Mitigación actuales y planificadas in situ, ACEPTABLE (-4)

Descripción e interpretación de los modelos de dispersión -fuego y explosión de Gas L.P.

Para el presente análisis de riesgo se recurrió a la utilización del modelo SCRI FUEGO 2.2 de Dinámica Heurística., el cual ha sido utilizado ampliamente para elaborar análisis de consecuencias por emisiones tóxicas y contaminantes, incluyendo modelos de radiación térmica y aspectos relevantes para consecuencias por fuego y explosión.

El peor escenario de riesgo es aquel donde cualquier tanque de almacenamiento de Gas L.P., presente falla en la estructura física, pudiendo formarse una nube de gas que se moverá en la misma dirección del viento. Si esta nube hiciera contacto con una fuente de ignición, una bola de fuego podría dispersarse y retroceder hasta la fuente de la fuga y podría hacerlo con fuerza explosiva.

Se realizaron 2 escenarios potenciales, uno referido en el caso remoto en el que sólo se presentara una fuga y posterior explosión de sólo un tanque de almacenamiento, conservando la integridad del segundo. Y el segundo escenario referido a la explosión de los dos tanques de almacenamiento. Ambos considerando el peor escenario posible en tanques de almacenamiento, derivado de una fuga por falla en la estructura física en la base, cuerpo o anillo protector de cualquiera de los tanques.

Para todos los escenarios, los resultados representan los niveles de preocupación por radiación térmica en un evento que involucre una combustión súbita del contenido del tanque(s), usualmente aquellos niveles por encima de los cuales puede existir algún peligro. El programa SCRI FUEGO 2.2 de Dinámica Heurística estima una zona de riego en la cual se predice la radiación térmica. Los efectos de la radiación térmica que algunas personas experimentan dependen del tiempo de exposición y al nivel específico de radiación térmica al que se exponen. Así pues, una exposición de larga duración en un nivel bajo de radiación térmica puede producir efectos psicológicos serios.

Las zonas en el programa son desplegadas de forma gráfica en colores Amarillo, Rojo y Naranja. Para este caso particular, y tomando en cuenta que las determinaciones se realizaron en apego estricto a los requisitos técnicos de la sección II.1 de la Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis de Riesgo:

Ilustración 6.- Radios de afectación por radiación térmica acorde a la guía para la presentación del estudio de riesgo ambiental modalidad análisis de riesgo

Se tiene que el color naranja representa la zona de amortiguamiento y la zona de alto riesgo está dada por el color rojo. La zona de amortiguamiento presenta un umbral de 1.4 Kw/m^2 y la zona de alto riesgo un umbral de 5.0 Kw/m^2.

Las zonas desplegadas del SCRI FUEGO 2.2 representan niveles de radiación térmica, a continuación, se muestran los efectos que esta radiación puede causar en las personas expuestas y sin ninguna protección en la piel, pero que podrían encontrar algún sitio para refugiarse dentro del primer minuto del evento:

kW/m^2	BTU/hr-ft^2	Tiempo para dolor severo (s)	Tiempo para quemadura de 2° grado (s)
1	300	115	663
2	600	45	187
3	1000	27	92
4	1300	18	57
5	1600	13	40
6	1900	11	30
8	2500	7	20
10	3200	5	14
12	3800	4	11

Ilustración 7.- Criterios de lesiones por quemadura debido a la radiación térmica
Fuente: Buettner (1951)[2] y Metha (1973)[3]

Habiendo establecido los criterios de radiación, procederemos a calcular el diámetro máximo de una bola de fuego (m):

$$D_{max} = 5.8\,M^{1/3}$$

Duración de la combustión de la bola de fuego (m):

$$t_{BLEVE} = 0.45\,M^{\frac{1}{3}} \quad M < 30{,}000\ kg$$

$$t_{BLEVE} = 0.45\,M^{\frac{1}{3}} \quad M > 30{,}000\ kg$$

Altura del centro de la bola de fuego (m):

$$H_{BLEVE} = 0.75\,D_{MAX}$$

Nivel inicial al suelo del diámetro de la semiesfera (m):

$$D_{INITIAL} = 1.3\,D_{MAX}$$

Donde M= es la masa inicial del líquido inflamable (kg)

Los cuatro parámetros utilizados para determinar el peligro de radiación térmica de una bola de fuego son: la masa del combustible y el diámetro de la bola de fuego, la duración y la potencia térmica emisiva. Los peligros de radiación se calculan utilizando relaciones empíricas. Roberts[4] y Hymes[5] dan una ecuación

---

[2] Buettner K. "Effects of extreme heat and cold on human skin [illegible] heat conductivity in experiments with radiant heat" J Ap P[illegible]
[3] Metha K. A et al "Measurement of flamm[illegible] the NSF under Grant #GI-31881, Fuels research laboratory, Mass. Inst. Of Tech, Cambridge, Mass, 1973.
[4] Roberts, A.F. (1981), "Thermal radiation hazards from releases of LPG ([illegible] Safety, Vol. 4, No. 3 pp 197-212.
[5] Hymes, I. (1983). "The physiological and pathological effects o[illegible]

para estimar el flujo de calor a la superficie, basado en la fracción radiante del calor total de combustión:

$$' = \frac{\tau R M H_c}{4\pi x^2}$$

' = flujo radiante recibido por el receptor (W/m²)

τ = transmisividad atmosférica (sin unidades)

R= fracción radiante del calor de combustión (sin unidades) (equivalente a 0.4 para bolas de fuego de recipientes reventándose por arriba de la presión establecida de alivio)

H_c = calor neto de combustión por unidad de masa (J/kg) M= masa inicial del combustible en la bola de fuego (kg)

x = distancia del centro de la bola de fuego al receptor (m)

La transmisividad atmosférica τ es un factor importante. La radiación térmica es absorbida y dispersada por la atmósfera. Esto causa una reducción en la radiación recibida por el receptor. Algunos modelos de radiación térmica ignoran este efecto asumiendo un valor de τ=1 para la transmisividad. Para longitudes arriba de 20 m donde la absorción pudiera ser entre 20%-40%, resultaría en una sobreestimación sustancial de la radiación recibida. La transmisividad atmosférica se calcula de la siguiente manera:

$$\tau = 2.02 (P_w x)^{-0.09}$$

Donde:

τ = transmisividad atmosférica (entre 0 y 1)

P_w = presión parcial del agua (Pascales, N/m²)

x = longitud de la ruta o distancia de la superficie de la flama al receptor (m)

UK Atomic Energy Authority.

Una expresión de la presión parcial del agua como una función de la humedad relativa y la temperatura del aire es dada por la siguiente fórmula:

2D L s r s u á w: 4 * ; A :5 8 8 5 5 8 9 7 6 < ;

Donde:

2 S = presión parcial del agua (Pascales, N/m²)

RH= humedad relativa (%)

6 È = temperatura ambiente (K)

De acuerdo a varias fuentes, los efectos de la radiación térmica son generalmente proporcionales a la intensidad de radiación elevada a los cuatro tercios de exposición:

& K O E P M 8 7;

Donde:

t= tiempo de exposición (s)

q= intensidad de la radiación (Watts/ m²)

La dosis térmica que pudiera ocasionar una quemadura de segundo grado se asume como un tiempo de exposición de 40 segundos con una radiación térmica de 5000 Watts/ m². La dosis correspondiente e de 3,420,000 (Watts/ m²)^4/3-segundo.

Retomando los cálculos anteriores, el programa SCRI ejecuta el análisis de riesgos:

6H VHOHFFLRQD HQ HO DSDUWDGR ³'DWRV GH OD VXVWD

calculamos la masa del combustible correspondiente a la capacidad de todos los tanques al 100% de agua:

/ = O = @ A ? H K I > Q O P L E % = H L A = ? E T @ u = r @ T: G C sI 7 / I 7 s r r r H ;

Se procede a seleccionar el escenario Fire Ball estableciendo primeramente la humedad relativa, temperatura, velocidad del viento, considerando las condiciones meteorológicas más críticas del sitio, con base a la información de los últimos 10 años o en su homologo, utilizando la Estabilidad Clase F y una velocidad del viento de 1.5 m/s. Los resultados arrojados por el programa SCRI nos señalan:

Escenario 1: Los radios de afectación en los dos tanques en la planta de distribución

La zona de amortiguamiento se establece a una distancia máxima de 2224.81 metros y una radiación de 1.4 kW/m^2, considerando una masa total de 5207.78 kg. Así mismo, acorde a la ilustración 7, los criterios de lesión a esa radiación necesitan un tiempo mínimo de exposición para dolor severo de 115 segundos y un tiempo mínimo de exposición para presentar quemaduras de 2° grado de 663 segundos. Ahora bien, la bola de fuego a esta radiación tiene un tiempo de emisión de dosis específicas de 20.84 segundos.

Por su parte, la zona de alto riesgo se establece a una distancia máxima de 741.92-1191.27 metros con una radiación de 5.0 kW/m^2, considerando la masa total de los tanques 1 y 2 equivalente a 265,000 kg. Así mismo, los criterios de lesión a esa radiación necesitan de un tiempo mínimo de 13 segundos para dolor severo y un tiempo de 40 segundos mínimo para presentar quemaduras de 2° grado. Señalemos que, a esta distancia máxima, considerada como zona de alto riesgo, se prevén daños estructurales en la Planta de Distribución.

Finalmente tenemos que la zona de alto riesgo con daño a equipos establece una distancia en donde se generarían fatalidades y quemaduras de hasta 3° grado con daños estructurales en la instalación desde un radio potencial máximo a 12-5 kW/m^2 de 0-741.92 m.

Señalemos que este escenario se basa en el peor escenario donde ambos tanques de almacenamiento presentan una fuga de 4´, generan una nube sumamente inflamable y esta misma nube encuentra una fuente potencial de ignición, prendiendo inmediatamente, calentando a su máximo potencial los tanques de almacenamiento y ocasionando que éstos revienten ocasionando una BLEVE, generando radios mínimos-máximos de afectación de 0 a 2224.81 metros a la redonda.

Ilustración 8. Radios de afectación en el peor escenario de riesgo donde ambos tanques de almacenamiento explotan

Escenario 2: Los radios de afectación en sólo 1 tanque de almacenamiento de la Planta de Distribución nos señala que:

La zona de amortiguamiento se establece a una distancia máxima de 1783.70 metros a una radiación de 1.4 kW/m^2, considerando una masa total de 132500 kg. Así mismo, acorde a la ilustración 7, los criterios de lesión a esa radiación necesitan un tiempo mínimo de exposición para dolor severo de 115 segundos y un tiempo mínimo de exposición para presentar quemaduras de 2° grado de 663 segundos. Ahora bien, la bola de fuego a esta radiación tiene un tiempo de emisión de dosis específicas de 18.56 segundos.

Por su parte, la zona de alto riesgo se establece a una distancia máxima de 595.49-955.41 metros con una radiación de 5.0 kW/m^2, considerando la masa total del único tanque, equivalente a 132500 kg. Así mismo, los criterios de lesión a esa radiación

necesitan de un tiempo mínimo de 13 segundos para dolor severo y un tiempo de 40 segundos mínimo para presentar quemaduras de 2° grado.

Finalmente tenemos los radios de alto riesgo por daño a equipos, en la cual se presenciarán daños a la vida humana por fatalidades y quemaduras de hasta 3° grado. Estos radios van de los 0 metros y hasta los 595.49 metros. Señalemos que, a esta distancia máxima, considerada como zona de alto riesgo, se prevén daños estructurales en la instalación.

Ilustración 9. Radios de afectación en el segundo peor escenario de riesgo donde ambos tanques de almacenamiento explotan

Señalemos que un escenario común para que una BLEVE ocurra, es aquel cuando un tanque es calentado por fuego o por una temperatura demasiado caliente, incrementando la presión interna del gas contenido en tanto que el tanque falle y se

rompa. Cuando un tanque contenedor falla de esta manera, el Gas L.P. es liberado en una explosión. Si el gas contenido se encuentra por encima de su punto de ebullición, el líquido súbitamente se convertirá en gas y ocurrirá una combustión instantánea, formando una bola de fuego. Aunque la ocurrencia de una BLEVE puede considerarse como situación de mayor preocupación, escenario de mayor riesgo, por la severidad de sus consecuencias, la probabilidad de que esta ocurra es muy remota e improbable.

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Tal como se ha señalado en apartado anterior, los radios potenciales se obtuvieron de gráficas y cálculos del modelo de simulación SCRI FUEGO 2.2. por Dinámica Heurística.

La determinación de los radios potenciales de afectación que se presentarán se calculó a través de esta aplicación mencionada. Para tal fin se realizó en apego estricto a los requisitos técnicos de la sección II.1 de la Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Ambiental Modalidad Análisis de Riesgo.

Atendiendo lo descrito en las especificaciones, enseguida se incluyen las representaciones gráficas sobre una fotografía del sitio del proyecto para delimitar las zonas de alto riesgo considerando el peor escenario, simulado una falla en el tanque de almacenamiento tanto en la Planta de Distribución como en la Estación de Carburación.

Se realizaron 2 escenarios potenciales, uno referido a la Planta de Distribución en caso de que ambos tanques de almacenamiento ocasionaran una BLEVE por fuego y explosión y otro donde sólo un tanque sería el que haría ignición.

La gráfica del escenario 1, donde se incluyen los dos tanques de la Planta nos señalan que la zona de alto riesgo por daño a equipos abarcaría un radio máximo de 0-741.92 metros, donde existirían daños estructurales y daños a la salud e integridad física. La zona de amortiguamiento se considera a partir de los 1191.27-2224.81 metros.

Ilustración 10.- Radios de afectación para el escenario 1

La gráfica del escenario 2 , donde se incluyen sólo un tanque de la Planta de Distribución, nos señalan que la zona de alto riesgo por daño a equipos abarcaría un radio máximo de 0-595.49 metros, donde existirían daños estructurales y daños a la salud e integridad física. La zona de amortiguamiento se considera a partir de los 955.41-1783.70 metros.

Ilustración 11.- Radios de afectación para el escenario 2

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

Actualmente no se identifican en el área otras instalaciones que puedan interactuar para incrementar el riesgo en el área. Sin embargo, se deberá tomar en cuenta que en un futuro cualquier otra instalación que almacene, produzca o procese cualquier sustancia peligrosa en un radio de 100 metros, deberá ser evaluada calculando el riesgo con la interacción de la Planta de Distribución.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

Considerando que la zona de influencia a 500 metros es la siguiente:

Ilustración 12.- Área de influencia a 500 metros Fuente: Mapa Digital INEGI[1]

Y su descripción acorde a datos extraídos del INEGI es:

AGEB Urbanas

2802200012065

Población total	175
Población masculina	93
Población femenina	82
Total viviendas	72
Total viviendas habitadas	54
Población de 0 a 14 años	33
Población de 15 a 65 años	132
Población de 65 años y mas	10

Sólo se logran identificar asentamientos humanos a 500 metros con una población neta de 175 personas. Por lo anterior, se considera que podrán ser afectados por los eventos de riesgo identificados, considerando las zonas de alto riesgo y amortiguamientos determinadas en el punto II.1.

Los protocolos que se deberán seguir en caso de emergencia son de difusión de información y apoyo con agentes externos en materia de seguridad, tal es el caso de solicitar apoyo con Protección Civil del Estado así como Municipal, que ayude a coordinar y establecer las rutas de evacuación de manera eficaz y segura, en orden de mantener la integridad de esta población vulnerable.

Respecto a la integridad funcional de los ecosistemas, señalemos que, el uso de suelo en el área esta compuesto en su totalidad por el tipo de Agricultura de Riego, pues se encuentra cerca a zonas de asentamientos humanos y de agricultura de riego, por lo que el hábitat se encuentra fragmentado, no obstante, de acuerdo a los análisis desarrollados de flora y fauna (descritos en la manifestación de impacto ambiental), podemos apreciar especies de flora y fauna in situ, que se han localizado en recorridos preliminares, no obstante ninguna se encuentra catalogada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las afectaciones por los eventos de riesgo identificados hacia el ecosistema, incluirán aquellas donde se contribuye a la dispersión de especies presentes por la ejecución de la obra y de la operación total del proyecto. Por ello será necesario que los análisis resultantes de la identificación de especies, tanto en el área de influencia como en el sistema ambiental, aún cuando no se haya detectado alguna en estatus de protección, se den a conocer a las autoridades correspondientes, en orden de solicitar su apoyo para reubicarlas en los lugares que sean determinados tanto a nivel municipal, estatal, como federal según sea el caso, señalado por las mismas autoridades.

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

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

A continuación, señalaremos las recomendaciones generales resultantes de los análisis desarrollados, considerando el peor escenario posible. Es importante señalar, que el responsable de llevar a cabo la revisión, ajustes, ejecución de las medidas será el Jefe de Operaciones de la Instalación.

- Contar con procedimientos para trabajos de mantenimiento en espacios confinados (limpiezas de tanques de almacenamiento). Lo anterior en orden de que se evite el deterioro de los tanques que resulten de mantenimientos programados hacia los mismos.

- Contar con procedimientos para realizar pruebas de hermeticidad.
- Capacitar al personal en el manejo y uso de sustancias peligrosas.
- Elaborar un Plan de Preparación y Atención de Emergencias.
- Elaborar un Plan de Contingencias avalado por la autoridad correspondientes.
- Contar con un sistema contra incendio que tenga la capacidad de atender una contingencia mayor, como las señaladas en el peor escenario posible.
- Contar con un Programa de Mantenimiento.
- Contar con procedimientos para el bloqueo y candadeo de energía eléctrica.
- Contar con un programa específico de mantenimiento de los accesorios de tanques de almacenamiento.
- Contar con el Procedimiento Específico para el Mantenimiento a Dispensarios.
- Contar con un Programa de Verificación de Cumplimiento Normativo y de Seguridad
- Contar con un Programa Específico para el Mantenimiento de Señalizaciones de Seguridad.

Estas recomendaciones deberán atenderse previo a las pruebas de arranque o puesta en operación, de la Instalación.

III.1.1 Sistemas de seguridad

En esta instalación se tendrán instalados equipos, dispositivos y sistemas para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

El sistema contra incendio será el aspecto medular en el sistema de seguridad de la instalación.

El diseño del sistema contra incendio se apegará a lo establecido en la NOM-001-SESH-2014 Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.

En el anexo II se incluye una copia de la memoria técnica descriptiva del sistema contra incendio que se instalará en la Planta de Distribución.

III.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Casi todos los accidentes con Gas L.P. pueden evitarse si el equipo ha sido escogido correctamente con un mantenimiento adecuado de las instalaciones y operando por el personal capacitado.

Para una adecuada prevención de accidentes se deberán considerar los siguientes aspectos:

1. El diseño y construcción deberán cumplir con las Normas Oficiales y de Seguridad que apliquen para el caso.
2. El personal de la instalación deberá recibir capacitación específica en materia de seguridad y atención a contingencias.

Particularmente se destaca el hecho de que en algunas medidas preventivas se excederá a los requerimientos de las normas, a continuación, se explican:

- Se deberá considerar incrementar en un 10% el número de aspersores de agua sobre los recipientes de almacenamiento con respecto al cálculo hidráulico para cubrir los tanques y protegerlos de un posible sobrecalentamiento.
- Los hidrantes se encontrarán sobrados en cuanto los radios de cobertura con respecto al cálculo hidráulico, ya que las mangueras deberán constituir en dos tramos de 15 metros, en lugar de solo uno, para recubrir el doble de lo requerido.
- Se colocarán detectores de calor sobre la barda perimetral al Norte y al Sur de la instalación; estos actuarán en caso de que detecten una temperatura alta originada por una fuente de ignición, ya sea que se presente en el lado exterior de la barda o en el interior de la instalación y accionarán una bomba eléctrica conectada a dos cañones de agua, para asperjar agua en las direcciones requeridas.

- Se colocará una tercera bomba para operar única y en forma exclusiva los cañones de agua para garantizar su óptimo funcionamiento.

Precauciones que de ben ser tomadas en cuenta para el manejo y almacenamiento.

Cuando el Gas L.P. se fuga a la atmósfera, vaporiza de inmediato, se mezcla con el aire ambiente y se forman súbitamente nubes inflamables y explosivas, que al exponerse a una fuente de ignición (chispa, flama y calor) producen un incendio o explosión. Las conexiones eléctricas domésticas o industriales en malas condiciones (clasificación de áreas eléctricas peligrosas) son las fuentes de ignición más comunes.

En espacios confinados, las fugas de Gas L.P. se mezclan con el aire formando también nubes de vapor explosivas, su olor característico puede advertirnos de la presencia del gas en el ambiente, sin embargo el sentido del olfato se perturba a tal grao que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas que estallen a la más mínima presencia de una fuente de ignición.

La ubicación de los tanques de almacenamiento deberá cumplir con lo establecido en normatividad correspondiente aplicable. Es muy importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Mantener alejado a los tanques de almacenamiento de fuentes de ignición o calor.
- Disponer precavidamente de lugares separados para almacenar diferentes gases comprimidos o inflamables,
- No golpear o maltratar los tanques de almacenamiento.

Cuando los tanques de almacenamiento se encuentren fuera de servicio mantener las válvulas cerradas, con tapones o capuchones de protección de acuerdo a la normatividad.

Medios de extinción: Equipo especial de prot ección (general) para el combate de incendio .

Extinción de incendios: Polvo Químico Seco (Púrpura K=bicarbonato de potasio, bicarbonato de sodio, fosfato monoamónico) bióxido de carbono y agua, esperada para enfriamiento. Apagar el fuego, solamente después de haber bloqueado la fuente de fuga.

Procedimiento especial de combate de incendio.

Fuga a la atmosfera de Gas L.P., sin incendio:

Esta es una condición realmente grave, ya que el gas licuado al ponerse en contacto con la atmósfera se vaporiza de inmediato, se mezcla rápidamente con el aire ambiental y produce nubes tóxicas con altas probabilidades de explotar ocasionando BLEVE.

Algunas recomendaciones para evitar este supuesto escenario potencial son el asegurar anticipadamente que la integridad mecánica y eléctrica de las instalaciones estén en óptimas condiciones (diseño, construcción y mantenimiento). Si aún así llega a fallar algo, deberán instalarse detectores de mezclas explosivas, de calor y humo con alarmas sonoras y visuales, válvulas en entradas y salidas, en prevención a rotura de mangueras, así como asegurar la disponibilidad de agua contra incendio, contar con extintores portátiles, asegurar que los usuarios conozcan las ubicaciones de bloqueos de tanques estacionario o red de distribución de gas, así como la localización de los quemadores, deberán llevarse a cabo simulacros para optimizar el plan de contingencias, etc.

Fuga a la atmósfera de Gas L.P. con incendio:

No intentar apagar el incendio sin antes bloquear la fuente de fuga, ya que, si se apaga y sigue escapando gas, se formará una nube de vapores con gran potencial explosivo. Pero deberá enfriar con agua rociada los equipos o instalaciones afectadas por el calor del incendio.

IV. RESUMEN

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

En el presente estudio se analizó cual puede ser el peor escenario de riesgo e los diferentes casos que pudieran ocurrir. Por ello se puede concluir que:

- Por su localización, el proyecto tiene viabilidad ya que los riesgos por afectaciones a zonas habitacionales, comerciales o de servicios son prácticamente inexistentes, ya que no existen en los alrededores inmediatos, alguna instalación que pueda ser amenazada en caso de presentarse una contingencia en la Planta de Distribución.
- En el hipotético caso de una fuga de Gas L.P. de ambos tanques de almacenamiento en la Planta de Distribución, podría crear la mayor afectación al entorno ambiental y pondría en riesgo la integridad física de las personas que se encontrarán dentro del perímetro de mayor riesgo.
- La mayor concentración se encontraría dentro del inicio de la fuga y esta concentración sería proporcionalmente mayor en la cercanía del origen de la misma, por lo cual se deberá tener especial atención con los programas de evacuación, ya que el gas podría provocar irritaciones y mareos.
- Para reducir los riesgos que pudieran existir en la instalación y luego de haber realizado el análisis de riesgo del presente proyecto, se puede prever que se contarán con equipos que podrán prevenir una fuga en caso de una falla humana.
- En el caso de que exista una fuga de Gas L.P., se sabe que este se vaporiza de inmediato y se mezcla con el aire formando nubes potencialmente explosivas, tóxicas, inflamables; El efecto de la fuga de este combustible será instantáneo representando una amenaza grave al entorno ambiental ya que ocasionaría una BLEVE al menor contacto con una fuente de ignición.
- Es deseable que se implemente un programa de participación en el desarrollo comunitario para construir y fortalecer una imagen de ³EXHQ YHFLQR´ TXH distienda la tensión que comúnmente se genera entre los pobladores al sentirse inseguros por desconocer las medidas de seguridad y de prevención con que cuentan las instalaciones de Gas L.P.

IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

Los escenarios de mayor riesgo en el presente estudio derivan de aquellos donde se presenta una falla estructural en tanques de almacenamiento, provocan una fuga e inmediatamente esta hace contacto con una fuente de ignición, ocasionando una BLEVE.

De acuerdo a los radios de afectación para el peor escenario posible, se tienen radios específicos de afectación; para una BLEVE considerando los dos tanques de almacenamiento en la planta de distribución con capacidad nominal total de 500,000 litros, la zona de alto riesgo por daño a equipos considera un radio máximo de afectación de 0-741.92 metros y una zona de amortiguamiento máxima de 1191.27-2224.81 metros.

En el escenario dos, considerando sólo un tanque de almacenamiento de 250,000 L al 100% de agua, para la Planta de Distribución, se considera una zona de alto riesgo por daño a equipos a un radio máximo de 0-595.49 metros, mientras que la zona de amortiguamiento máximo es de 955.41-1783.70 metros.

Señalemos que en la zona de alto riesgo por daño a equipos tal como se especifica, se presentarán ya daños a la estructura física de la instalación, así como daños a la salud humana. Así mismo señalemos que muchas de las consideraciones para prevenir este peor escenario posible, derivan de ejecutar la correcta capacitación del personal, establecer una adecuada señalización de seguridad, establecer un programa de seguimiento normativo para detectar desviaciones en la instalación, así como diversos procedimientos para la recepción y trasvase del producto principal (Gas L.P.).

Se deberán vincular o establecer líneas de comunicación con Dependencias Gubernamentales en Materia de Seguridad, llámese Protección Civil del Estado, Municipal, Gobiernos Municipales, Gobierno Estatal, Federal, Asociaciones, etc., en

orden de ejecutar y/o actualizar las medidas de seguridad en caso de generarse una contingencia que pueda ser potencialmente peligrosa no solo para la seguridad sino para la misma salud y resguardo de los trabajadores, población y el cuidado máximo del medio ambiente.

IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO

Sustancias involucradas

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)*	No. Cas **	Densidad (g/m^3)	Flujo (l/seg)	Longitud de la tubería (km)	Diámetro de la tubería (cm)	Presión de operación (kg/cm^2)	Espesor (mm)	Descripción de la trayectoria
Gas licuado del petróleo	68476-85-7	0.530	-	-	-	14.0 kg/cm^2	7.31	Hacia la dirección del viento en las condiciones meteorológicas más críticas (55% humedad, 25°C, Estabilidad F)

*De acuerdo con los lineamientos descritos por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, International Union Pure Aplicated Chemestry)
**De acuerdo con el Chemical Abstract Service (CAS)

Antecedentes de Accidentes e Incidentes

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancias involucrada(s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
1984	Cd. México	Refinería PEMEX	Gas L.P.	BLEVE masiva	Ruptura de tuberías, estallido súbito de tanques de almacenamiento e incendio	Biótico Seguridad a 800 m radio de exposición	Llamada a servicios de emergencia
1996	Guadalajara	Camión repartidor Gas L.P.	Gas L.P.	Incendio	Falla en el medidor de nivel y sobrellenado del recipiente	Biótico Seguridad	Llamada a servicios de emergencia

1999	Cd. México	Camión repartidor Gas L.P.	Gas L.P.	Incendio	Falla de mantenimiento y verificación de las válvulas de exceso de flujo y relevo	Biótico Seguridad	Llamada a servicios de emergencia

Identificación y jerarquización de riesgos ambientales