GAS LUCON, S.A. DE C.V.

KM 226+500 DE LA CARRETERA MÉXICO-TUXPAN, MUNICIPIO DE TIHUATLÁN, VERACRUZ.

ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

Capítulo I
Escenarios de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

I.1. BASES DE DISEÑO.

La planta de distribución de GLP perteneciente a **Gas Lucon, S.A. de C.V.** está ubicada en el km 226+500 de la carretera México-Tuxpan en, municipio de Tihuatlán en el estado de Veracruz.

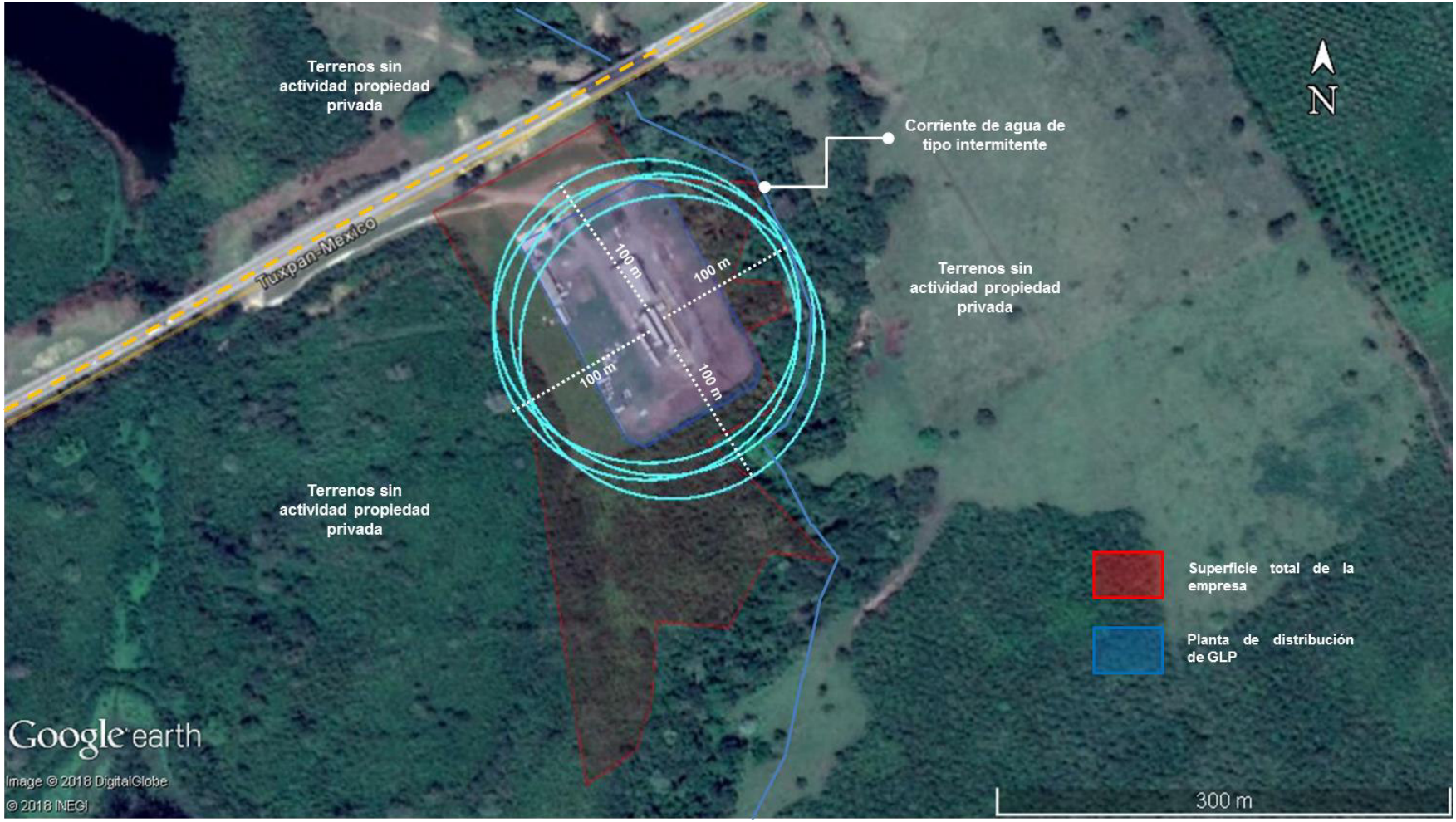
La empresa contaba con la Autorización para Planta de Almacenamiento y Suministro de Gas No. **VER-057-PLP** emitida por la Secretaría de Energía el 15 de junio de 1998 para posteriormente solicitar el canje a Permiso de Distribución mediante Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P. el cual se les concedió mediante el permiso **AD-VER-044-C/00** el día 7 de enero de 2000 por la Secretaría de Energía dicho permiso se otorgó para una capacidad de 500,000 litros al 100 % distribuidos en dos recipientes

La empresa inició operaciones en el año de 2003, de acuerdo al oficio **513.-DOS-F-0014/03** emitido por la Dirección General de Gas L.P., Dirección de operación y supervisión de la Secretaría de Energía el 10 de enero de 2003. En el mencionado permiso se hace referencia que el proyecto cumplía con lo establecido con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEDG-1996** Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. – Diseño y Construcción, publicada el 12 de septiembre de 1997 en el Diario Oficial de la Federación, mediante el dictamen otorgado por la UVSELP013-A Ing. Rubén Ruíz Ruíz.

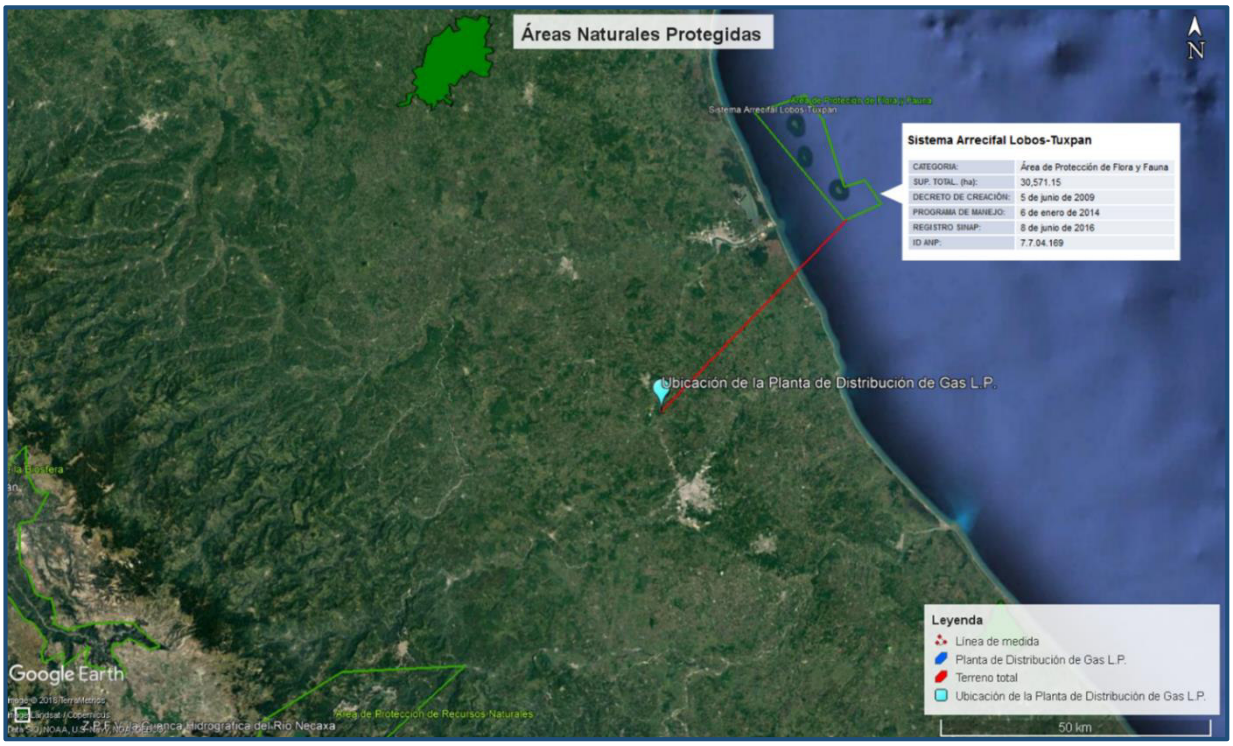
Junto a las mencionadas autorizaciones la empresa contaba con la autorización de uso de suelo por parte del H. Ayuntamiento de Tihuatlán, Veracruz con no. de oficio 786 otorgado el 2 de marzo de 1998.

Además de las autorizaciones obtenidas, otros criterios para la elección del predio donde se encuentran las instalaciones de la Planta de distribución de GLP destaca que la zona cuenta con la infraestructura necesaria para el desempeño de las actividades, tales como: energía eléctrica y vía de comunicación; además en las colindancias, que se dan a conocer a conocer a continuación:

Noroeste: con carretera México-Tuxpan, seguido de terrenos sin actividad de propiedad privada.
Suroeste: con terreno sin actividad arrendado por la empresa, seguido de terrenos de propiedad privada sin actividad.
Noreste: con una corriente de agua de tipo intermitente seguido de terrenos sin actividad de propiedad privada.
Sureste: con terreno sin actividad arrendado por la empresa, seguido de una corriente agua de tipo intermitente.


Terrenos sin actividad propiedad privada
Corriente de agua de tipo intermitente
N
Tuxpan-Mexico
100 m
100 m
100 m
100 m
Terrenos sin actividad propiedad privada
Terrenos sin actividad propiedad privada
Superficie total de la empresa
Planta de distribución de GLP
Google earth
Image © 2018 DigitalGlobe
© 2018 INEGI
300 m

Otro factor considerado para la instalación de la planta de distribución fue que el predio no se ubica total o parcialmente de un Área Natural Protegida (ANP) de competencia estatal o federal que pudiera ser afectada por las actividades de la planta. El ANP más cercana al predio de la empresa es la ***Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan*** ubicada aproximadamente 50 km de distancia.



Otros factores a considerarse en las bases de diseño de lo que actualmente es la planta de distribución de GLP es la susceptibilidad eventos de tipo geológico como los sismos, e hidrometeorológicos.

Con base a la consulta de diversas fuentes: Atlas Nacional de Riesgos, Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) se identificaron diferentes tipos de riesgos naturales que son susceptibles de ocurrir en la zona donde se encuentra la planta de distribución de GLP.

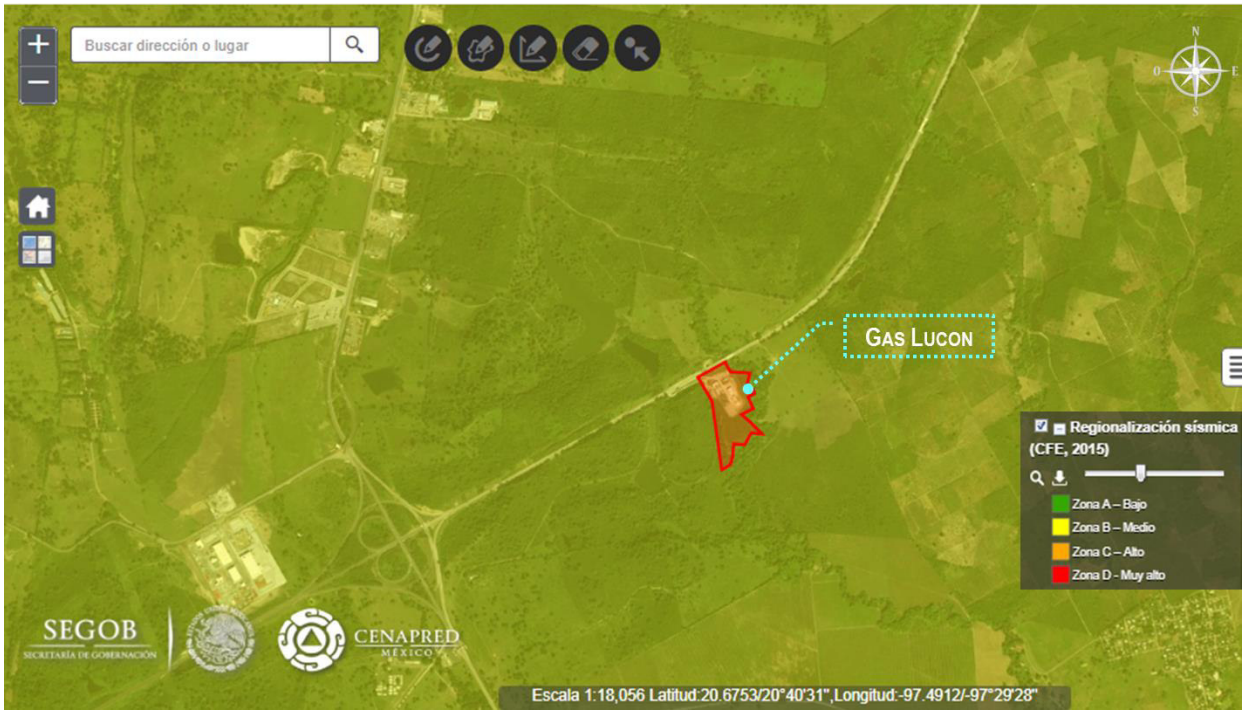
Riesgo por sismicidad

Para conocer el grado de peligro sísmico en el área donde se encuentra actualmente la planta de distribución de gas l.p. se recurrió a la Regionalización Sísmica de México, dicha regionalización se divide en cuatro zonas:

- Zona A, de baja sismicidad. En esta zona no se ha registrado ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10 % de la aceleración de la gravedad.
- Zona B, de media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

- Zona C, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Zona D, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sismos históricos, y su ocurrencia es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

La empresa se ubica en una zona B de riesgo medio.



Sequías.

Los factores que propician la sequía son la baja precipitación, altas temperaturas, deforestación, calentamiento climático global, índice de radiación, pérdida de la capa de ozono y fenómeno de la Niña. Sus principales consecuencias son daños a la agricultura, la ganadería y a la salud de la población en sus bienes, servicios y en su entorno.
La zona se encuentra catalogada con un peligro medio por sequía.

Eventos ciclónicos (Huracanes, tormentas y depresiones tropicales).

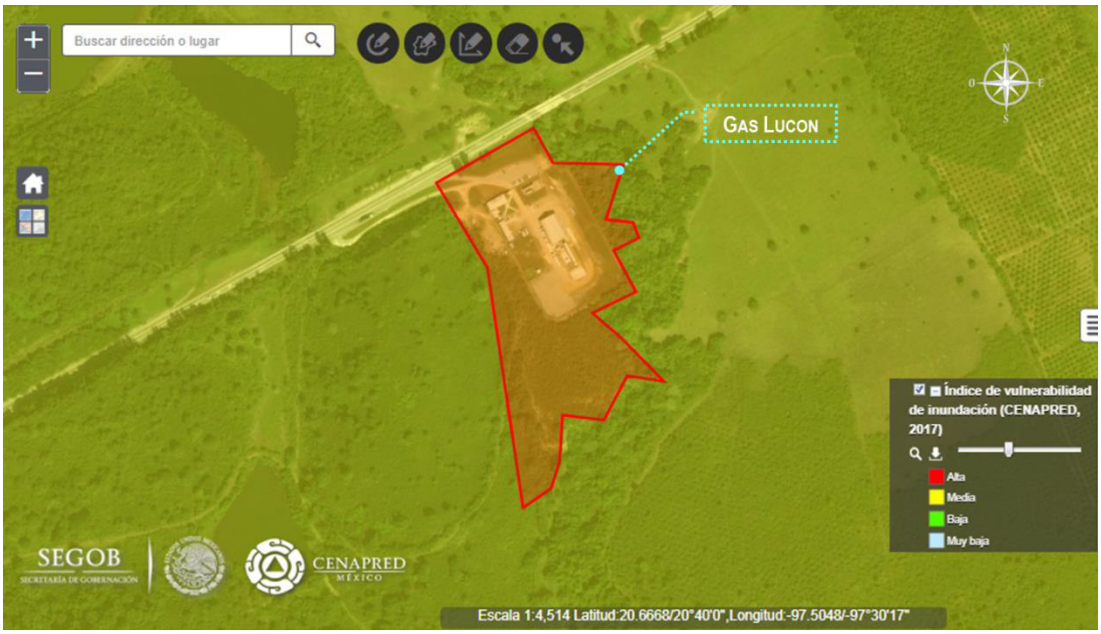
Estos llegan a provocar lluvias o ráfagas de viento elevadas principalmente en los municipios aledaños a las zonas costeras. La zona donde se encuentra la planta de distribución se encuentra catalogada con un riesgo medio por este tipo de eventos.

Inundaciones.

Las inundaciones solo se presentan en temporadas de lluvias y representan un nivel de peligro muy alto en la mayor parte del Municipio esto de acuerdo a la información consultada en el Atlas Nacional de Riesgos.

o

Las zonas con mayor riesgo se localizan donde hay mayor densidad de población y que están cercanas a las zonas de inundación pluvial, debido a que la planta se encuentra de un centro de población la vulnerabilidad a inundación de la zona se encuentra catalogada como media.



De manera particular, las bases de diseño y construcción de la Planta de Distribución de GLP se apegaron a los lineamientos que señalaba el Reglamento de distribución de Gas Licuado de Petróleo; la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo; así como a lo aplicable y vigente de los aspectos normativos del año de 1996, cuando inició operaciones la planta de distribución de GLP, lo cual correspondía a dar cumplimiento a la **NOM-001-SEDG-1996** Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. – Diseño y Construcción, publicada el 12 de Septiembre de 1997 en el Diario Oficial de la Federación.

Actualmente, en virtud en la normatividad que rige las actividades de la planta **Gas Lucon, S.A. de C.V.,** las instalaciones cuentan con un dictamen técnico **No. 013/007-P/2018** emitido el 16 de mayo de 2018 por la Verificación en Materia de Gas L.P., con número de registro **UVSELP 013-C** donde señala que la planta de distribución de GLP propiedad de **Gas Lucon, S.A. de C.V.** cumple con las especificaciones de carácter técnico que establece la **NOM-001-SESH-2014** ***Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación****,* publicada el 22 de Octubre de 2014 en el Diario Oficial de la Federación.

A continuación se describe la vinculación de las actividades que se llevan a cabo en la Planta de Distribución de GLP con la normatividad vigente:

NOM-001-SESH-2014. Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación.

VINCULACIÓN:

En lo que respecta a la operación de la Planta de Distribución de GLP deberá apegarse a lo establecido en la sección 5 de la mencionada norma.
5. Especificaciones de las condiciones de seguridad en la operación de la planta de distribución.

Las especificaciones de seguridad en la operación de la planta deben apegarse a lo establecido en la sección 5 de esta Norma, integrando planos y memorias técnico descriptivas de los proyectos civil, mecánico, eléctrico y contra incendio, además del Dictamen de Conformidad 013/007-P/2018, con fecha de 16 de mayo de 2018 emitido por la Unidad de Verificación Ing. Rubén Ruíz ruíz aprobada en la ***NOM-001-SESH-2014*** bajo el número de registro UVSELP-013-C.

En la sección de Anexos se encuentra el dictamen 013/007-P/2018.

Durante la operación debe:

- Mantener archivo con copia simple de la siguiente documentación: Título de permiso, aviso de inicio de operaciones, cesión de derechos o cambio de razón social (en su caso), historial documental técnico de cuando menos los últimos cinco años, en el caso de que la planta tenga más de este tiempo en operación, planos y memorias actualizados, autorización de la DGGLP por la modificación al diseño básico de la instalación (en su caso), certificado de fabricación del recipiente o bien dictamen de evaluación ultrasónica conforme a **NOM-013-SEDG-2002**, dictamen de conformidad con la **NOM-001-SESH-2014**, y originales de: Constancias de capacitación, manual de operación de los sistemas de trasiego y del sistema contra incendio, bitácora de mantenimiento avalada por la UV como mínimo cada 6 meses de los sistemas de

almacenamiento, trasiego, sistema contra incendio e iluminación, programas de mantenimiento del sistema de trasiego, contra incendio, mantenimiento en general, pruebas del sistema contra incendio y de sistemas de seguridad.
- Hacer del conocimiento a la DGGLP cualquier situación provocada por un tercero que derive en una probable reducción de las distancias de separación que resulten de lo dispuesto en el numeral **4.2.1.26** de esta Norma.
- Mantener las condiciones de diseño y construcción que se especifican en la sección 4 de esta Norma y adicionales a las que se establecen en su sección 5.

Esta Norma Oficial Mexicana se complementa con las siguientes Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas, o las que las sustituyan:

NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones Eléctricas (utilización), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 2012.

GENERAL:

Establece las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra las descargas eléctricas, los efectos térmicos, las sobre corrientes, las corrientes de falla y las sobretensiones.

VINCULACIÓN:

- Las instalaciones eléctricas de alumbrado, fuerza y sistema de tierras físicas de la planta deben de cumplir con lo establecido en esta norma.
- La planta debe mantener vigente el Dictamen de la Unidad de Verificación en instalaciones eléctricas que avale que el sistema eléctrico cumple con lo establecido en esta Norma. Para que el dictamen se considere vigente debe cotejarse la fecha de emisión y que la carga correspondiente a la maquinaria de trasiego, contra incendio y alumbrado en zona de almacenamiento instalada, corresponda a la carga eléctrica reportada.

Se anexan copias de dictamen eléctrico No. UVSEIE 297-A-021-18 en la sección de anexos.

NOM-009-SESH-2011 Recipientes para contener Gas L.P., tipo no transportable. Especificaciones y métodos de prueba, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de septiembre de 2011.

GENERAL:

Establece las especificaciones mínimas de diseño y fabricación de los recipientes sujetos a presión para contener Gas L.P., tipo no transportable, no expuestos a calentamiento por medios artificiales, destinados a plantas de almacenamiento, plantas de distribución, estaciones de Gas L.P. para carburación, instalaciones de aprovechamiento, depósitos de combustible para motores de combustión interna y depósitos para el transporte o distribución de Gas L.P. en auto-tanques, remolques y semirremolques. Asimismo, se incluyen los métodos de prueba que como mínimo deben cumplir los recipientes no

transportables materia de esta norma, así como el procedimiento de evaluación de la conformidad correspondiente.

VINCULACIÓN:

La planta cuenta con dos tanques de almacenamiento con una capacidad de 250,000 litros y 200,000 litros agua respectivamente y en dado caso que se necesitara hacer una ampliación de almacenamiento se considera lo siguiente:

- El recipiente sujeto a presión para contener gas L.P. tipo no transportable que se instale en la planta de distribución deben ser del tipo intemperie con una presión mínima de diseño de 1.72 MPa (17.58 kg_f/cm^2), contar al menos con una entrada pasa-hombre de diámetro mínimo de 0.38 m y máximo de 0.61 m, estar equipados con válvulas de alivio de presión, cuya apertura debe ser de 1.72 MPa (17.58 kgf/cm^2) y cumplir en su fabricación con las demás especificaciones descritas en la sección 5.0 y 7.0 de esta Norma.
- El recipiente debe llevar colocada en un lugar visible una placa descriptiva metálica soldada en todo su perímetro, con caracteres grabados claramente en relieve e indelebles, especificando el tipo de recipiente conforme a la sección 4 de esta norma, y que ostente al menos los datos conforme al numeral **9.1.1**. Se permite el estampado en alto o bajo relieve en cualquier sección del recipiente, siempre y cuando se conserve el espesor de pared mínimo.
- La planta deberá contar con el Certificado de Conformidad documento mediante el cual se hace constar que el recipiente nuevo cumple con la totalidad de las especificaciones establecidas en esta norma.

NOM-011/1-SEDG-1999 Condiciones de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P., en uso, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de marzo de 2000.

GENERAL:

Establece las condiciones mínimas de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P. en uso, con el fin de proporcionar el servicio en la distribución de Gas L.P. por medio de esos envases; asimismo, las especificaciones para el marcado que identifica al distribuidor propietario del recipiente y los procedimientos para la evaluación de la conformidad.

VINCULACIÓN:

- Los recipientes portátiles propiedad de la planta de distribución deben cumplir en su totalidad con lo establecido en los puntos **4**, **5**, **6** y **7** de esta Norma, en relación a valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes portátiles, instrumentos de medición, marcado y pintura.
- Obtener el Dictamen de la Unidad de Verificación mediante el cual se determina el grado de cumplimiento con esta Norma Oficial Mexicana.
- Retirar y destruir los recipientes portátiles que conforme a las normas oficiales mexicanas aplicables deban de inutilizarse.

NOM-013-SEDG-2002 Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., en uso, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 26 de abril de 2002.

GENERAL:

Establece los métodos para la medición por ultrasonido y para la evaluación de los espesores de la sección cilíndrica y casquetes de los recipientes tipo no portátil destinados a contener Gas L.P., en uso, así como el procedimiento de la evaluación de la conformidad correspondiente.

VINCULACIÓN:

La planta deberá realizar la medición ultrasónica de espesores al recipiente en los términos que marca esta Norma y obtener el Dictamen para la evaluación de conformidad.

- A los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.
- Cuando el área de la sección cilíndrica o casquetes haya sido reparada con cambio de placa.
- Cuando el recipiente haya estado expuesto al fuego.

Se anexan copias de los dictámenes técnicos de conformidad con la norma NOM-013-SEDG-2002 en la sección de anexos.

NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de noviembre de 2008.

GENERAL:

Establece los requerimientos que se deben cumplir para llevar a cabo una correcta identificación de colores en las tuberías y las distintas características de los fluidos que circulan por estas.

VINCULACIÓN:

La planta debe:

- Proporcionar capacitación a los trabajadores sobre la correcta interpretación de los elementos de señalización del centro de trabajo.
- Garantizar que la aplicación del color, la señalización y la identificación de la tubería estén sujetos a un mantenimiento que asegure en todo momento su visibilidad y legibilidad.
- Ubicar las señales de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observadas e interpretadas por los trabajadores a los que están destinadas, evitando que sean obstruidas o que la eficacia de éstas sea disminuida por la saturación de avisos diferentes a la prevención de riesgos de trabajo.

- Cumplir en su totalidad con lo establecido en los puntos **7**,**8** y **9** de esta Norma, en relación a colores de seguridad y colores contrastantes, señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

NMX-B-177-1990 Tubos de acero con o sin costura, negros y galvanizados por inmersión en caliente. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de julio de 1990.

GENERAL:

Esta Norma Oficial Mexicana establece los requisitos que deben cumplir los tubos de acero con o sin costura, negros o galvanizados por el proceso de inmersión en caliente, en tamaños nominales de 1/8 hasta 26 y en los espesores de pared nominal (promedio) indicados en las tablas **6** y **7**. Pueden suministrarse tubos con otras dimensiones, siempre y cuando cumplan con los demás requisitos de ésta norma.

VINCULACIÓN:

- Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L. P. en la planta son de acero cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm², y donde existen accesorios roscados, éstos serán para una presión de trabajo de 140 - 210 kg/cm² y con tubería de acero cédula 80.
- Las pruebas de hermeticidad se efectuaron por un periodo de 60 minutos con gas inerte a una presión mínima de 10 kg/cm².

Además de la **NOM-001-SESH-2014** y de aquellas con las que se complementa, "**Gas Lucon, S.A. de C.V.**" deberá acatar en todo momento lo dispuesto en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas o aquellas que las sustituyan:

NOM-007-SESH-2010, *Vehículos para el transporte y distribución de Gas L.P.- Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento*. La cual establece las condiciones mínimas de seguridad, operación y mantenimiento que se deben cumplir en lo que refiere al uso de vehículos para el transporte y distribución de gas licuado de petróleo, aplicando para los siguientes vehículos:

a) Semirremolques
b) Auto-tanques de distribución
c) Auto-tanques de transporte
d) Vehículos de reparto

Asimismo, con el fin de proteger a los colaboradores de las actividades de operación y mantenimiento de la planta de distribución de GLP la organización deberá de observar el cumplimiento de las normas que rigen los centros de trabajo donde existan agentes químicos contaminantes del ambiente laboral, como lo son las siguientes Normas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS):

NOM-008-SESH/SCFI-2010, Recipientes transportables para contener Gas L.P. Especificaciones de fabricación, materiales y métodos de prueba.

NOM-001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad. Cuyo objetivo es establecer las condiciones de seguridad de los edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo para su adecuado funcionamiento y conservación, con la finalidad de prevenir riesgos a los trabajadores.

NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad – Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. Siendo su objetivo establecer los requerimientos para la prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.

NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. La presente norma establece las condiciones de seguridad y los sistemas de protección y dispositivos para prevenir y proteger a los trabajadores contra los riesgos de trabajo que genere la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo.

NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas

NOM-006-STPS-2014, Manejo y almacenamiento de materiales-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo

NOM-017-STPS-2008, Equipos de protección personal – Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Ésta Norma establece los requisitos mínimos para que el patrón seleccione, adquiera y proporcione a sus trabajadores, el equipo de protección personal correspondiente para protegerlos de los agentes del medio ambiente de trabajo que puedan dañar su integridad física y su salud. Esta Norma aplica en todos los centros de trabajo del territorio nacional en que se requiera el uso de equipo de protección personal para proteger a los trabajadores contra los riesgos derivados de las actividades que desarrollen.

NOM-018-STPS-2015, sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. La cual establece los requisitos para disponer en los centros de trabajo del sistema armonizado de identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas, a fin de prevenir daños a los trabajadores y al personal que actúa en caso de emergencia.

NOM-019-STPS-2011, Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene

NOM-022-STPS-2015, Electricidad estática en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad. Establece las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para prevenir los riesgos por electricidad estática, así como por descargas eléctricas atmosféricas. Esta Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en las áreas de los centros de trabajo donde se almacenen, manejen o transporten sustancias inflamables o explosivas, o en aquellas en que, por la naturaleza de sus procesos, materiales y equipos, sean capaces de almacenar o generar cargas eléctricas estáticas.

NOM-028-STPS-2012, Sistema para la administración del trabajo – Seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas. Establecer los elementos de un sistema de administración para organizar la seguridad en los procesos y equipos críticos que manejen sustancias químicas peligrosas, a fin de prevenir accidentes mayores y proteger de daños a las personas, a los centros de trabajo y a su entorno.

NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad. Establece las condiciones de seguridad para la realización de actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, a fin de evitar accidentes al personal responsable de llevarlas a cabo y a personas ajenas a dichas actividades que pudieran estar expuestas.

De igual manera es menester para "**Gas Lucon, S.A. de C.V.**" tener en cuenta las disposiciones:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
(SEMARNAT)

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

Por el uso de periódico de los sanitarios por el personal operativo y administrativo de la proyectada planta de distribución de GLP se generarán aguas residuales, las cuales serán depositadas en una fosa séptica. Sin embargo, al usar sustancias para la limpieza de las tazas de baño, mingitorios, lavabos, así como en el lavado de las manos, que rebasen los límites de las sustancias contaminantes listadas en la NOM-001-SEMARNAT-1996, puede ser fuente de contaminación para el manto freático sobre el cual se encontrará la planta.

NOM-050-SEMARNAT-1993, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

En la plantan existe un constante tránsito de semirremolques y auto-tanques que utilizan como combustible el gas licuado de petróleo.

NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.

No se tiene la cantidad exacta ni la periodicidad en la que se generan los residuos dado que estos se derivan principalmente por el mantenimiento a los auto-tanques, obteniendo aceites usados principalmente o estopas impregnadas de aceite, no obstante, los residuos son almacenados de manera temporal en un sitio destinado para ello.

Para el transporte y destino final de los residuos, el promovente contratará a una empresa externa que esté autorizada por las autoridades correspondientes

NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. La cual tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.

Al arrendar un predio previamente perturbado, se desconoce la afectación inicial de flora y fauna silvestre, no obstante, se tienen como antecedentes un uso de suelo con vocación agrícola.

Las Normas Oficiales Mexicanas de SEMARNAT son importantes para la Planta de Distribución de Gas L.P. dado que el cuidado al medio ambiente y la responsabilidad de evitar contaminación al agua, al suelo y al aire ayuda a contrarrestar los peligros dentro y fuera de la planta propiedad de GLP propiedad de **Gas Lucon, S.A. de C.V.**

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

(Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988. Texto vigente. Última reforma publicada DOF 05-06-2018)

TITULO PRIMERO
Disposiciones Generales
CAPÍTULO II
Distribución de Competencias y Coordinación

Artículo 5. Son facultades de la Federación:

VI. La regulación y el control de las actividades consideradas como altamente riesgosas, y de la generación, manejo y disposición final de materiales y residuos peligrosos para el ambiente o los ecosistemas, así como para la preservación de los recursos naturales, de conformidad con esta Ley, otros ordenamientos aplicables y sus disposiciones

X. La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

CAP. V Evaluación del Impacto Ambiental

Art. 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.

II.- Industria del petróleo, petroquímica, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrico.

Art. 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá de incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Artículo 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:
I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y
II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Art. 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

I.- La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país,
II.- Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.
III.- El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas
IV.- Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y
V.- La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

Art. 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

I.- Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;
II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;
III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;
IV.- La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y
V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.

Vinculación: En el área de taller mecánico se manejan aceites para diferentes actividades por lo tanto estos deben ser almacenados adecuadamente para evitar un derrame de los mismos y que estos se infiltren al subsuelo.

Artículo 145.- La Secretaría promoverá que en la determinación de los usos del suelo se especifiquen las zonas en las que se permita el establecimiento de industrias, comercios o servicios considerados como riesgosos, por la gravedad de los efectos que puedan generar en los ecosistemas o en el ambiente.

Artículo 146.- La Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Gobernación y del Trabajo y Previsión Social, conforme al Reglamento que para tal efecto se expida, establecerá la clasificación de las actividades que deban considerarse altamente riesgosas en virtud de las características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas para el equilibrio ecológico o el ambiente, de los materiales que se generen o manejen en los establecimientos industriales, comerciales o de servicios, considerando, además, los volúmenes de manejo y la ubicación del establecimiento.

Artículo 147.- La realización de actividades industriales, comerciales o de servicios altamente riesgosas, se llevarán a cabo con apego a lo dispuesto por esta Ley, las disposiciones reglamentarias que de ella emanen y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el artículo anterior.

Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán formular y presentar a la Secretaría un estudio de riesgo ambiental, así como someter a la aprobación de dicha dependencia y de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social, los programas para la prevención de accidentes en la realización de tales actividades, que puedan causar graves desequilibrios ecológicos.

Artículo 147 BIS.- Quienes realicen actividades altamente riesgosas, en los términos del Reglamento correspondiente, deberán contar con un seguro de riesgo ambiental. Para tal fin, la Secretaría con aprobación de las Secretarías de Gobernación, de Energía, de Economía, de Salud, y del Trabajo y Previsión Social integrará un Sistema Nacional de Seguros de Riesgo Ambiental.

Vinculación: La operación de la planta es de competencia federal y pertenece a la industria del petróleo debido a que las actividades de la planta de distribución de gas l.p consisten en la descarga, almacenamiento y distribución de gas l.p, el proceso inicia con la llegada del gas l.p, por medio de semirremolques los cuales son descargados con el uso de un compresor para trasladarlo a la zona de almacenamiento temporal y finalmente trasegarlo a recipientes transportables y auto-tanques.

El almacenamiento temporal del gas l.p. se lleva a cabo en 2 recipientes especiales para esto con una capacidad de: 1 recipiente de 200,000 litros y 1 recipiente de 250,000 litros cada uno, teniéndose una capacidad total de 450,000 litros base agua, equivalentes a 266,319 kg, cantidad que rebasa lo reportado en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas donde se indica para el gas l.p. una cantidad de 50,000 kg.

Artículo 148.- Cuando para garantizar la seguridad de los vecinos de una industria que lleve a cabo actividades altamente riesgosas, sea necesario establecer una zona intermedia de salvaguarda, el Gobierno Federal podrá, mediante declaratoria, establecer restricciones a los usos urbanos que pudieran ocasionar riesgos para la población. La Secretaría promoverá, ante las autoridades locales competentes, que los planes o programas de desarrollo urbano establezcan que en dichas zonas no se permitirán los usos habitacionales, comerciales u otros que pongan en riesgo a la población.

Vinculación: En los alrededores de la planta en un radio mayor de 100 m, no existen asentamientos habitacionales, no obstante el proyecto técnico de planta de distribución de gas l.p., es supervisada por la UV en materia de gas l.p., y en particular para este apartado la empresa cuenta con un predio suficientemente amplio para garantizar la permanencia de una zona intermedia de salvaguardas. Además, previo a la instalación de la planta de distribución contaba con la autorización de uso de suelo por parte del H. Ayuntamiento de Tihuatlán.

Dando cumplimiento a lo estipulado en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la empresa presenta la Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio de Riesgo modalidad Análisis de Riesgo; con base en lo establecido en el artículo 5 fracción XVIII; y al Artículo 7 fracción I de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, así como en términos de los Artículos 5, fracción X, 28, 30 primer y segundo párrafo en materia de Impacto Ambiental de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

LEY DE HIDROCARBUROS

(Texto vigente. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014)

Artículo 2 señala que esta Ley tiene por objeto regular las siguientes actividades en territorio nacional:

I. El reconocimiento y exploración superficial, y la exploración y extracción de hidrocarburos;
II. El tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo;
III. El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el transporte, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio al público de gas natural;
IV. El transporte, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio al público de petrolíferos, y
V. El transporte por ducto y el almacenamiento que se encuentre vinculado a ductos, de petroquímicos.

Artículo 5, señala que las actividades referidas en las *fracciones II* a *V* del *Artículo 2* de esta Ley, podrán ser llevadas a cabo por Petróleos Mexicanos, cualquier otra empresa productiva del Estado o entidad paraestatal, así como por cualquier persona, previa autorización o permiso, según corresponda, en los términos de la presente Ley y de las disposiciones reglamentarias, técnicas y de cualquier otra regulación que se expida.

La realización de las actividades siguientes requerirá de permiso conforme a lo siguiente:

II. Para el Transporte, Almacenamiento, Distribución, compresión, licuefacción, descompresión, regasificación, comercialización y Expendio al Público de Hidrocarburos, Petrolíferos o Petroquímicos, según corresponda, así como la gestión de Sistemas Integrados, que serán expedidos por la Comisión Reguladora de Energía.

Artículo 84. Los Permisionarios de las actividades reguladas por la Secretaría de Energía o la Comisión Reguladora de Energía, deberán, según corresponda:

I. Contar con el permiso vigente correspondiente;
II. Cumplir los términos y condiciones establecidos en los permisos, así como abstenerse de ceder, traspasar, enajenar o gravar, total o parcialmente, los derechos u obligaciones derivados de los mismos en contravención de Esta Ley;
III. Entregar la cantidad y calidad de Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos, conforme se establezca en las disposiciones aplicables;
IV. Cumplir con la cantidad, medición y calidad conforme se establezca en las disposiciones jurídicas aplicables;

V. Realizar sus actividades, con Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos de procedencia lícita;
VI. Prestar los servicios de forma eficiente, uniforme, homogénea, regular, segura y continua, así como cumplir los términos y condiciones contenidos en los permisos;
VII. Contar con un servicio permanente de recepción y atención de quejas y reportes de emergencia;
VIII. Obtener autorización de la Secretaría de Energía, o de la Comisión Reguladora de Energía, para modificar las condiciones técnicas y de prestación del servicio de los sistemas, ductos, instalaciones o equipos, según corresponda;
IX. Dar aviso a la Secretaría de Energía, o a la Comisión Reguladora de Energía, según corresponda, de cualquier circunstancia que implique la modificación de los términos y condiciones en la prestación del servicio;
X. Abstenerse de otorgar subsidios cruzados en la prestación de los servicios permisionados, así como de realizar prácticas indebidamente discriminatorias;
XI. Respetar los precios o tarifas máximas que se establezcan;
XII. Obtener autorización de la Secretaría de Energía o de la Comisión Reguladora de Energía, según corresponda, para la suspensión de los servicios, salvo por causa de caso fortuito o fuerza mayor, en cuyo caso se deberá informar de inmediato a la autoridad correspondiente;
XIII. Observar las disposiciones legales en materia laboral, fiscal y de transparencia que resulten aplicables;
XIV. Permitir el acceso a sus instalaciones y equipos, así como facilitar la labor de los verificadores de las Secretarías de Energía, y de Hacienda y Crédito Público, así como de la Comisión Reguladora de Energía y la Agencia, según corresponda;
XV. Cumplir con la regulación, lineamientos y disposiciones administrativas que emitan las Secretarías de Energía, de Hacienda y Crédito Público, la Comisión Reguladora de Energía y la Agencia, en el ámbito de sus respectivas competencias.

De acuerdo a lo señalado por la empresa, adquirió la autorización **No. AD-VER-044-C/00** para la instalación de una planta de almacenamiento para distribución de GLP con una capacidad de 500,000 litros al 100 % agua, distribuidos en dos recipientes, actualmente la planta cuenta con el título de Permiso de Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución **LP/14339/DIST/PLA/2016** otorgado por la Comisión Reguladora de Energía.

LEY DE LA AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS.

(Texto vigente. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014)

TÍTULO PRIMERO
Disposiciones Generales
Capítulo Único Naturaleza y Objeto

Artículo 1. La presente Ley es de orden público e interés general y de aplicación en todo el territorio nacional y zonas en las que la Nación ejerce soberanía o jurisdicción y tiene como objeto la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos a través de la regulación y supervisión de:

I. La Seguridad Industrial y Seguridad Operativa;
II. Las actividades de desmantelamiento y abandono de instalaciones, y

III. El control integral de los residuos y emisiones contaminantes.

Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá, en singular o plural, por:

XI. Sector Hidrocarburos o Sector: Las actividades siguientes:

a. El reconocimiento y exploración superficial, y la exploración y extracción de hidrocarburos;
b. El tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo;
c. El procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas natural;
d. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo;
e. El transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de petrolíferos, y
f. El transporte por ducto y el almacenamiento, que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos producto del procesamiento del gas natural y de la refinación del petróleo.

La Planta de Distribución de GLP propiedad de **Gas Lucon, S.A. de C.V.** realiza actividades de competencia federal por ser una obra relacionada con la industria del petróleo. Al respecto se presenta la manifestación de impacto ambiental y el estudio de riesgo para su evaluación por parte de esta Agencia, quien será la dependencia encarga de su regulación y supervisión en todas sus etapas.
Artículo 7. Los actos administrativos a que se refiere la fracción XVIII del artículo 5, serán los siguientes:

I. Autorizaciones en materia de impacto y riesgo ambiental del Sector Hidrocarburos; de carbonoductos; instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos; aprovechamientos forestales en selvas tropicales, y especies de difícil regeneración; así como obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, litorales o las zonas federales de las áreas antes mencionadas, en términos del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y del Reglamento de la materia;

VII. Autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en términos del artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y de su Reglamento.

LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.
Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003.
TEXTO VIGENTE Última reforma publicada DOF 22-05-2015.

Fundamento y vinculación:

Que en el *Artículo 1* se menciona que el objeto de esta ley es garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación así como establecer las bases para (sólo se menciona aquella vinculante con el proyecto):

VIII. Promover la participación corresponsable de todos los sectores sociales, en las acciones tendientes a prevenir la generación, valorización y lograr una gestión integral de los residuos ambientalmente adecuada, así como tecnológica, económica y socialmente viable, de conformidad con las disposiciones de esta Ley.

Durante las actividades de operación y mantenimiento de la Planta de distribución de GLP., se tiene la generación de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos como resultado de las actividades de limpieza y mantenimiento de toda la instalación, por lo que la empresa GAS LUCON, S.A. DE C .V., deberá de cumplir con lo establecido en esta Ley, para el control, manejo, almacenamiento y la disposición final de sus residuos.

Que la clasificación de un residuo como peligroso se establece en las normas oficiales mexicanas, que especifican la forma de determinar sus características, incluyen los listados de los mismos y fijan los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos (*Artículo 16*). Al respecto, el promovente considera lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005, para identificar los residuos peligrosos generados en las instalaciones, verificando que estos residuos se encuentran incluidos en la citada norma.

El *Artículo 18*, señala que los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, asimismo en el *apartado II.2.9* y *II.2.10* del *Capítulo II* de la *MIA-P*, se indica el manejo de estos residuos.

El *Artículo 40*, señala que los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Quienes generen residuos peligrosos, deberán manejarlos de forma segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta *Ley*. Además podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador (*Artículos 41 y 42*).

Que el *Artículo 43*, menciona que las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.

Los pequeños generadores de residuos peligrosos, deberán contar con una bitácora en la que llevarán el registro del volumen anual de residuos peligrosos que generan y las modalidades de manejo, así como el registro de los casos en los que transfieran residuos peligrosos a industrias para que los utilicen como insumos o materia prima dentro de sus procesos indicando la cantidad o volumen transferidos y el nombre, denominación o razón social y domicilio legal de la empresa que los utilizará.

Los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos (*Artículo 45*). Así como cumplir con los demás requisitos que establezcan el reglamento y demás disposiciones aplicables, a fin de proteger la salud y prevenir y controlar la contaminación ambiental producida por el manejo de los residuos sólidos urbanos y en su caso de residuos de residuos peligrosos.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000.
TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Este reglamente es de observancia general en todo el territorio nacional; tiene por objeto reglamentar la *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

La aplicación de este Reglamento compete a la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, cuando se trate de las obras, instalaciones o actividades del sector hidrocarburos.

Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la secretaria en materia de impacto ambiental:

D) ACTIVIDADES DEL SECTOR HIDROCARBUROS.

IV. Construcción de centros de almacenamiento o distribución de hidrocarburos que prevean actividades altamente riesgosas.

Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica

Artículo 12. La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

- **I.** Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
- **II.** Descripción del proyecto;
- **III.** Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;

IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

Artículo 17.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:

I. La manifestación de impacto ambiental;
II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y
III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.

Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.

Artículo 18.- El estudio de riesgo a que se refiere el artículo anterior, consistirá en incorporar a la manifestación de impacto ambiental la siguiente información:

I. Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto;
II. Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, y
III. Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental.

La operación de la planta de distribución de GLP propiedad de la **empresa GAS LUCON, S.A. DE C.V.** es propia del sector hidrocarburos, ésta cuenta con una capacidad de almacenamiento de 450,000 litros volumen agua al 100%, distribuida en dos tanques de almacenamiento del tipo intemperie - cilíndrico horizontal, especiales para contener GLP, con un recipiente de 200,000 litros y uno de 250,000 litros agua al 100 % cada uno por lo tanto se considera que la actividad es altamente riesgosa debido a que la cantidad almacenada es equivalente a 266,319 kg los cuales rebasan la cantidad de reporte que es de 50,000 kg de acuerdo al Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.

Que el promovente manifiesta de manera voluntaria que las instalaciones se encuentran totalmente construidas y operando como planta de distribución de GLP, sin contar con autorización en materia de impacto ambiental, por lo que somete a evaluación de impacto ambiental las actividades de operación y mantenimiento de la planta de distribución de GLP con el objeto de obtener la autorización de impacto y riesgo ambiental expedida por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos. Asimismo se presenta el estudio de riesgo ambiental Modalidad Análisis de Riesgo correspondiente para su evaluación, el cual contiene la información de las *fracciones I, II* y *III* del *Artículo 18*:

REGLAMENTO DE LAS ACTIVIDADES A QUE SE REFIERE EL TÍTULO TERCERO DE LA LEY DE HIDROCARBUROS.

TEXTO VIGENTE.
Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014.

Fundamento y vinculación:

Tiene por objeto regular los permisos para realizar las actividades de Tratamiento y refinación de Petróleo; Procesamiento de Gas Natural; exportación e importación de Hidrocarburos y Petrolíferos; Transporte, Almacenamiento, Distribución, compresión, descompresión, licuefacción, regasificación, comercialización y Expendio al Público de Hidrocarburos, Petrolíferos o Petroquímicos, según corresponda, así como para la gestión de Sistemas Integrados, en términos del Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos (indicado en el *Artículo 2* de este Reglamento).

Que la *Distribución* comprende la actividad de adquirir, recibir, guardar y, en su caso, conducir Gas Natural y Petrolíferos, para su Expendio al Público o consumo final, podrá llevarse a cabo mediante Ducto, Auto-tanques, Vehículos de Reparto, Recipientes Portátiles, Recipientes Transportables sujetos a presión, así como los demás medios que establezca la Comisión en las disposiciones administrativas de carácter general que emita, para su entrega a los Usuarios o Usuarios Finales, en sus instalaciones o las Instalaciones de Aprovechamiento, según corresponda, de acuerdo con el *Artículo 35.*

El *Artículo 36* señala que los Permisionarios a que se refiere esta Sección serán responsables por el producto que distribuyan, desde su recepción y hasta la entrega al Usuario o al Usuario Final. Asimismo, los distribuidores serán responsables de conservar la calidad y realizar la medición del producto recibido y entregado, de conformidad con las normas oficiales mexicanas. Lo anterior, sin perjuicio de que los Permisionarios cuyos Sistemas se encuentren interconectados formalicen protocolos de medición conjunta para cumplir con las responsabilidades señaladas.

La empresa GAS LUCON, S.A. DE C.V. está sujeta a cumplir con los siguientes artículos:

Artículo 52. Los titulares de los permisos a que se refiere el presente *Reglamento* estarán obligados a contratar y mantener vigentes los seguros por daños, incluyendo aquéllos necesarios para cubrir los daños a terceros, y acreditar dicha contratación en los términos que establezcan las disposiciones administrativas de carácter general que al efecto emitan la Secretaría y la Comisión, en el ámbito de sus competencias, para hacer frente a las responsabilidades en que pudieran incurrir por las actividades permisionadas.
Artículo 53. Los Permisionarios deberán realizar la medición y proporcionar los documentos en que señalen el volumen y las especificaciones de los productos, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas aplicables.
Artículo 54. Los Permisionarios deberán presentar a la Secretaría o la Comisión, según corresponda, la información relativa a sus actividades para fines de regulación.
Artículo 55. Los Permisionarios estarán obligados a comprobar la procedencia lícita de los Hidrocarburos, Petrolíferos y Petroquímicos.
Artículo 56. Los Permisionarios estarán obligados a comprobar la propiedad o posesión legítima de los equipos que utilicen para realizar las actividades al amparo de sus permisos, debiendo identificarlos en términos de las disposiciones jurídicas aplicables.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS.

Nuevo Reglamento publicado en el DOF el 30 de noviembre de 2006.
TEXTO VIGENTE. Última reforma publicada DOF 31-10-2014.

Fundamento y vinculación:

Tiene por objeto reglamentar la *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos* y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción, su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, cuando se trate de instalaciones o actividades de dicho sector.

Considerando que las actividades que realiza el promovente pertenecen al Sector Hidrocarburos, se debe de cumplir con las especificaciones que marca este reglamento respecto a la generación, manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos principalmente.

El *Artículo 34 Bis*, y en términos del *artículo 95* de la *Ley de Hidrocarburos* son de competencia federal los residuos generados en las Actividades del Sector Hidrocarburos, y estarán sujetos a lo previsto en el presente Reglamento.

Que la identificación de los residuos peligrosos se realiza con base a los siguientes criterios:

I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;

II. *Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante*:

a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no especifica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y

b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad.

Durante la etapa de operación y mantenimiento de la Planta, se generan residuos peligrosos como resultado de la limpieza y mantenimiento de las instalaciones, por lo que los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a la normatividad aplicable y de conformidad con lo previsto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en este Reglamento.

Que el *Artículo 46* indica que los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:

I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen.
II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial.
III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes.
IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables;
V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;
VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;
VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;
VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y
IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

La empresa GAS LUCON S.A. DE C.V., debe considerar durante la operación de la planta lo indicado en el *Artículo 71*, respecto al llenado de las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento:

I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos:

a) Nombre del residuo y cantidad generada;
b) Características de peligrosidad;
c) Área o proceso donde se generó;
d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos,
e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;
f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y
g) Nombre del responsable técnico de la bitácora.

Asimismo deberá considerar, para el almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, las condiciones indicadas en el *Artículo 82*, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular. Para el cumplimiento de lo anterior, en el *apartado II.2.9* y *II.2.10 Capítulo 2* de la MIA-P, se indica la infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos que realiza el promovente en sus instalaciones.

Criterios técnicos:

- En ninguna de las colindancias se desarrollan actividades que pongan en peligro la operación normal de la Planta.
- La Planta cuenta con carril de aceleración y desaceleración.
- Las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos son pavimentadas y cuentan con las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia.
- Las áreas se mantienen limpias y despejadas de materiales combustibles, así como ajenos a la operación de la Planta.
- Las construcciones como oficinas, cuarto eléctrico, caseta de equipo contra incendio, sanitarios y estacionamiento están construidos en su totalidad de materiales incombustibles.
- En un radio de 100 metros a partir de la tangente del tanque de almacenamiento no se encuentran almacenes de combustible, de explosivos, escuelas, hospitales o centros de reunión.
- Se cuenta con el dictamen en conformidad con la NOM-001-SESH-2014 y NOM-001-SEDE-2012.

Criterios ambientales:

- El proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida (ANP) de competencia municipal, estatal o federal.
- El área del proyecto no se cataloga como sitio RAMSAR o AICA.
- De acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI, la superficie de la Planta se encuentra sobre un uso de Agricultura de temporal, anual y permanente.
- Conforme el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) la política el proyecto se encuentra dentro de la Región Ecológica 18.18, UAB 118 denominada Lomeríos de La Costa Golfo Norte con una política ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable.
- Se encuentra fuera de centro de población y localidades.

Criterios socioeconómicos:

- Se distribuye el Gas L.P. a través de auto-tanques y recipientes transportables a la población de las localidades aledañas que así lo requieran.
- Se crean 37 empleos permanentes para las actividades operativas y administrativas, a los cuales se les brinda un ingreso económico seguro y seguridad social.
- Se contribuye con la oferta de servicios por parte del municipio.

I.1.1. PROYECTO CIVIL.

La información que conforma la *Memoria Técnico Descriptiva* de la Planta de Distribución de Gas L.P. – ***instalación*** –, propiedad de **Gas Lucon, S.A. de C.V.**, es resultado de la aplicación de los lineamientos del Título Tercero de la Ley de Hidrocarburos de fecha 31 de Octubre de 2014 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* publicada el 22 de Octubre de 2014 en el Diario Oficial de la Federación.

La planta se encuentra ubicada en la carretera México-Tuxpan en el km 226+500, municipio de Tihuatlán, Veracruz la ***instalación*** cuenta con accesos consolidados, mismos que permiten el tránsito seguro de vehículos.

Urbanización.

El terreno de la planta cuenta con pendientes y sistemas adecuados de desalojo de aguas pluviales. Las zonas de circulación y estacionamiento cuentan con terminación superficial consolidada de gravilla o sello y amplitud suficiente para el fácil y seguro movimiento de vehículos.

Las zonas de circulación, zonas de protección a almacenamiento y trasiego están libres de cualquier material combustible y cuentan con más de 3.5 m para que el movimiento de vehículos sea seguro.

Delimitación del predio.

El perímetro de la planta está delimitada con postes de acero y malla ciclónica con una altura de 2.50 m en sus 4 linderos.

Sus colindancias son las siguientes:

- Al Noreste en 12.92, 142.80 y 18.30 m con terreno sin actividades ni construcciones.
- Al Sureste en 82.16 m con terreno sin actividades ni construcciones.
- Al Suroeste en 12.77 y 155.97 m con terreno sin actividades ni construcciones.
- Al Noreste en 87.85 m con carretera México-Tuxpan.

Accesos

Esta planta cuenta con accesos de amplitud suficiente para permitir la fácil entrada y salida de vehículos y personas de tal manera que sus movimientos no resulten entorpecidos, las puertas son de malla ciclónica.

Cuenta con dos puertas abatibles metálicas de 6.6 m y 6.55 m, la primera usada para entrada y salida de vehículos repartidores propiedad de la empresa y la otra usada como salida de emergencia. La planta cuenta con carril de aceleración y desaceleración.

Edificios.

Los servicios sanitarios están construidos en su totalidad con materiales incombustibles. Se cuenta con servicios sanitarios para el personal de la planta y para el personal operativo. Para el abastecimiento de agua se contará con tinacos de capacidad apropiada.

El drenaje de las aguas negras está conectado por medio de tubos de concreto de 0.5 m de diámetro, con una pendiente del 2 % descargando a una fosa séptica, fuera del área operativa de la planta.

Todos los servicios cuentan con pisos impermeables y antiderrapantes, los muros está construidos con materiales impermeables hasta una altura de 1.5 m para su fácil limpieza

Muelle de llenado para recipientes transportables.

Se encuentra construido en su totalidad con materiales incombustibles siendo su techo de lámina galvanizada soportado por columnas de fierro estructural; su piso es de concreto reforzado con terminación perimetral frontal de ángulo de fierro y topes de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas.

La estructura metálica de la techumbre cuenta con protección contra la corrosión a base de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace epóxico.

Sus dimensiones son las siguientes:

Lago total: 27.40 m
Ancho: 16.40 m
Altura del piso: 1.10 m
Altura del techo: 2.70 m
Superficie: 449.36 m^2

Dentro del muelle se encuentra un área para colocar los recipientes transportables rechazados con una superficie de 9.00 m^2, protegida con malla ciclónica.

Taller.

La planta cuenta con un taller de servicio mecánico para reparaciones menores cuando se requieran trabajos de soldadura se llevan a cabo en un taller externo a la planta.

Zonas de protección.

La zona de almacenamiento está protegida con muretes de concreto reforzado de 0.20 m de ancho y 0.60 m de altura.

Las bombas y el compresor se encuentran dentro de la zona de protección y cumple con las distancias mínimas reglamentarias.

Estacionamiento.

La zona destinada para el estacionamiento interior de los vehículos repartidores está ubicada de tal forma que la entrada o salida de cualquier vehículo a estacionarse no interfiera con la libre circulación de los demás ni afecte a los ya estacionados. El piso del estacionamiento cuenta con pendientes adecuadas para evitar estancamiento de agua de lluvia, esta planta cuenta con áreas de circulación pavimentada.

Bases de sustentación.

Para seguridad en el diseño de las zapatas durante el diseño se consideró que el terreno tenía una resistencia de 5 ton/m^2, el peralte de la zapata de 0.80 m y 45 varillas de 5/8" a cada 12 cm.

I.1.2. Proyecto mecánico.

La instalación incluye los siguientes elementos para llevar a cabo sus operaciones, las cuales se limitan a realizar el trasvase o trasferencia de ***GLP*** de un recipiente a otro, es decir trasiego; por lo que se presentan la característica de los recipientes de almacenamiento así como de los equipos empleados en las operaciones de trasiego.

La instalación donde se encuentra los recipientes de GLP; cumplen con las siguientes características:

- Se encuentran montados sobre bases de concreto de tal forma que pueden desarrollar libremente sus movimientos de contracción y dilatación. entre la placa de refuerzo y la base e utiliza material impermeabilizante para minimizar los efectos de corrosión por humedad.
- Cuentan con una plataforma de concreto reforzado como medio de protección y muretes de concreto reforzado de 0.20 x 0.60 m de alto.
- Los tanques tienen una altura de 1.81 m medidos desde la parte inferior de los mismos hasta el nivel de piso terminado.
- A un costado de cada tanque, se tienen unas escaleras metálicas para tener acceso a la parte superior de los tres tanques, también cuenta con una escalerilla frente, misma que es usada para tener mayor facilidad en el uso y lectura del instrumental.
- Los tanques, escaleras y pasarelas metálicas, cuentan con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.
- El equipo y accesorios que se utilizan para el almacenamiento y el trasiego de gas l.p. es resistente a la acción del gas l.p., para la presión de diseño correspondiente, cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas y en ausencia de estas a lo dispuesto en la Ley federal sobre Metrología y Normalización.
- Los recipientes, tuberías y todas las estructuras metálicas superficiales, están protegidas contra la corrosión, de acuerdo al medio ambiente donde se ubica la planta.

Actualmente la planta cuenta con tres recipientes del tipo intemperie cilíndrica horizontal especial para contener GLP y tienen las siguientes características:

	TANQUE I	TANQUE II
Marca	TATSA	TATSA
Según Norma:	NOM/021/2SCFI-1993	NOM/021/2SCFI-1993
Capacidad en litros agua:	250,000	200,000
Año de fabricación	1998	1995
Diámetro Interior (m):	3.37	3.378
Longitud total (m):	29.89	24.003
Presión de trabajo (kg/cm^2):	14.00	14.00
Forma de las cabezas:	Semiesféricas	Semiesféricas
Material lámina cabezas:	SA-612	SA-612
Material lámina cuerpo:	SA-612	SA-612
No. de Serie:	TP-1275	TB-307
Tara (kg):	39,077	32,000

Cada tanque cuenta con los siguientes accesorios:

- Un medidor rotatorio marca Rochester modelo Magnetel de 25.4 mm de diámetro
- Un termómetro marca Rochester de -50°C a 50°C, de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro marca Metron con intervalo mínimo de lectura de 0 a 21 kg/ cm^2
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro, al 85 y 90% del volumen.
- El tanque 1 cuenta con una válvula de exceso de flujo para gas líquido marca Rego modelo A7529V6 con un diámetro de 76 mm (3") y con capacidad de 946 LPM (250 GPM).
- El tanque 1 cuenta con una válvula de exceso de flujo para retorno de gas líquido marca REGO modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 583.77 LPM (122 GPM).
- El tanque 1 cuenta con dos válvulas de exceso de flujo para vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm de diámetro (2") con capacidad de 37600 DFM (1,065 m^3/min).
- El tanque 2 cuenta con cuatro válvulas de exceso de flujo para gas líquido marca Rego modelo A7529V6 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 946 LPM (250 GPM).
- El tanque 2 cuenta con tres válvulas de exceso de flujo para retorno de líquido marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 583.77 LPM (122 GPM).
- El tanque 2 cuenta con cuatro válvulas e exceso de flujo para vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 37600 CFM (1,065 m^3/min).
- Ocho válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149MG de 64 mm (2 ½") de diámetro con capacidad de 307 m^3/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- Dos aditamentos múltiples bridados marca Rego modelo A8547G de 102 mm (4") de diámetro.

Equipos.

Para llevar a cabo las operaciones de trasiego se cuenta con los siguientes equipos:

a) Bombas para el trasiego de planta.

Bomba 1	
Operación básica	Llenado de recipientes transportables
Marca:	Blackmer
Modelo:	LGLD2
Motor eléctrico:	10 HP
Capacidad nominal:	151.4 LPM.
RPM:	640
Presión diferencial de trabajo máxima:	5.0 kg/cm²
Tubería de succión:	51 mm (2") ϕ
Tubería de descarga:	51 mm (2") ϕ
Bomba 2	
Operación básica	carga de auto tanques
Marca:	Corken
Modelo:	1022
Motor eléctrico:	10 HP
Capacidad nominal:	454 L.P.M.
RPM:	640
Presión diferencial de trabajo máxima:	3 kg/cm²
Tubería de succión:	76 mm (3") ϕ
Tubería de descarga:	76 mm (3") ϕ
Bomba 3	
Operación básica	carga de auto tanques
Marca:	Blackmer
Modelo:	LGL3E
Motor eléctrico:	10 HP
Capacidad nominal:	490 L.P.M.
RPM:	640
Presión diferencial de trabajo máxima:	3 kg/cm²
Tubería de succión:	76 mm (3") ϕ
Tubería de descarga:	76 mm (3") ϕ

b) Compresor 1

Operaciones:	Descarga de semirremolques
Marca:	Corken
Modelo:	490
Motor eléctrico:	10 HP
RPM:	695
Capacidad nominal:	636 L.P.M. (168 G.P.M)
Desplazamiento:	52 m^3/h (58.7 ft^3/min)
Tubería de gas-líquido:	76 mm (3") ϕ
Tubería de gas-vapor:	51 mm (2") ϕ

Las bombas y el compresor están ubicadas dentro de la zona de protección de los tanques de almacenamiento y además cumplen con las distancias mínimas reglamentarias.

Cada bomba y compresor junto con su motor, están cimentados una base metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto. Los motores eléctricos acoplados a las bombas y al compresor son los apropiados para operar en atmósferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema general de "tierra". El compresor cuenta con válvula de alivio de presión y tubería de desfogue.

Controles manuales, automáticos y de medición.

a) Controles manuales.

   En diversos puntos de la instalación se tienen válvulas de globo y de bola de operación manual, para una presión de trabajo 28 kg/cm^2, las cuales se mantienen abiertas o cerradas de acuerdo al sentido del flujo que se requiera.

b) Controles automáticos.

   A la descarga de cada bomba se cuenta con un control automático de 38 mm (1 1/2") de diámetro, para retorno de gas-liquido excedente a los tanques de almacenamiento, éste control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial, para la bomba 1 y 2 está calibrada para una presión de apertura de 5.0 kg/cm^2 (71 Lb/in^2) y 3 kg/cm^2 (42 psi) para la bomba de llenado de recipientes transportables.

c) Controles de Medición:

   En la toma de Suministro, se tienen instalados medidor volumétrico de Gas L.P. para el control interno en el llenado de auto-tanques.

Tipo: 4D
Diámetro de entrada y salida: 51 mm
Capacidad: 380 LPM (100 GPM) máx.
78 LPM (20 GPM) mín.
Presión de trabajo: 24.6 kg/cm^2
Registro modelo: electrónico

Tubería y Conexiones

Todas las tuberías instaladas para conducir Gas L.P. son de acero cédula 40, sin costura, para alta presión, con conexiones soldables de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm^2, y donde existen accesorios roscados, éstos son para una presión de trabajo de 140 kg/cm^2 y con tubería de acero cedula 80. Las pruebas de hermeticidad se efectuaron por un periodo de 60 minutos con gas inerte a una presión mínima de una y media veces la presión de diseño.

Los diámetros de las tuberías instaladas son:

Trayectoria	Diámetro
Tubería de alimentación a bombas para carga de cilindros	76 y 51 mm
Tubería de descarga de bombas a cilindros	51 mm
Tubería de alimentación a bomba para carga de auto-tanques	76 mm
Tubería de descarga de bomba a auto-tanques	76 mm
Tubería de líquido para descarga de semirremolques	76 mm
Tubería de vapores para descarga de semirremolques	51 mm
Tubería de los retornos automáticos de las bombas a tanques	51 mm

En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de este entre dos o más válvulas de cierre manual, se tendrán instaladas válvulas de seguridad para alivio de presiones hidrostáticas, calibradas para una presión de apertura de 28.13 kg/cm^2 y capacidad de descarga de 22 m^3 /min y son de 13 mm (½”) o 6 mm (1/4”) de diámetro.

Además se cuenta con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc y pintura de enlace primario epóxico catalizador.

Muelle de llenado.

La planta de distribución cuenta con un múltiple de llenado para llevar a cabo el suministro de GLP a los recipientes transportables, éste está construido con tubería de acero cédula 40, con diámetro de 76 mm (3”), cuenta con 1 derivación de 76 mm y contando con una válvula de relevo hidrostático y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm^2 de 6.4 mm de diámetro.

Llenaderas de recipiente transportables:

Una válvula de globo de 13 mm de diámetro.
Una manguera especial de GLP de 13 mm de diámetro.
Una válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro.
Un conector especial para llenado de 13 mm de diámetro.

Básculas de llenado y repeso.

a) Básculas de llenado.

Sobre el muelle de llenado se tienen cuatro básculas del tipo de plataforma con capacidad de 260 kg cada una, mismas que son usadas para el control del peso en el llenado de los recipientes transportables, estas básculas son conectadas para su mejor protección al sistema general de “tierra”. Se cuenta con controles automáticos tipo Troya, los cuales accionan por medio de un sensor y este a su vez manda la señal a un panel de control para interrumpir el llenado cuando el recipiente llega a su peso.

b) Básculas de repeso:

Se cuenta también en el muelle de llenado con una báscula de repeso de recipientes transportables, igualmente conectada a "tierra".

Vaciado de recipientes transportables.

Esta planta cuenta con un sistema para el vaciado de gas de los recipientes transportables, el cual consta de un tanque tipo estacionario ubicado junto al muelle de llenado, contando con los aditamentos necesarios. Consta además de un múltiple de tres salidas conectadas al tanque antes mencionado y colocado sobre una estructura metálica adecuada para el precipitado del contenido del recipiente, ubicando todo esto en un extremo del muelle de llenado.

La tubería del sistema de vaciado es de acero cédula 80 con conexiones roscadas para una presión de trabajo de 140 kg/cm^2, teniéndose la tubería que va del múltiple al tanque estacionario de 32 mm de diámetro. Las mangueras son especiales para GLP construidas de hule neopreno y doble malla de acero, resistente al calor y diseñada bajo una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y ruptura de 140 kg/cm^2.

Toma de recepción.

Para la descarga de GLP que llega a la planta a través de semirremolques, se cuenta con una toma, la cual consta de una boca terminal de 51 mm (2") de diámetro para conducir gas-líquido que se conectan a una tubería de 76 mm (3”) diámetro hasta llegar al tanque y una boca terminal de 51 mm (2”) de diámetro para conducir gas vapor que mantiene el mismo diámetro hasta la salida de los tanques de almacenamiento.

La terminal de líquido cuenta con un acoplador de llenado y una válvula de globo en la de manguera de 51 mm (2”). En la tubería de 76 mm (3”) se cuenta con un punto de fractura, una válvula de relevo hidrostático, una válvula de globo recta y un indicador de flujo.

La línea para conducir gas-vapor consta de una boca terminal de 51 mm (2”) de diámetro. La línea cuenta con un acoplador de llenado y una válvula de globo en la manguera de 51 mm (2”). En la tubería se cuenta con un punto de fractura , una válvula de exceso de flujo, una válvula de globo recta y una válvula de actuación remota (neumática).

Tomas de suministro.

La toma 1 de suministro se localiza al sureste y la toma 2 de suministro se localiza al este de la zona de almacenamiento soportadas por marcos de concreto de 0.90 metros de altura, estando dichas tomas a una distancia de 17 metros de los tanques de almacenamiento.

Para el suministro de gas l.p. se realiza a través de dos bombas, dos líneas de gas-líquido de 51 mm (2") hasta la descarga de las bombas y dos líneas de gas-vapor de 31.8 mm (1 ¼").

La toma de suministro 1 en la línea de gas-líquido cuenta con un acoplador de llenado y una válvula de globo en la manguera de 51 mm (2"), en la tubería de 76 mm (3") cuenta con una válvula de exceso de flujo, una válvula de relevo hidrostático, una válvula de globo recta, una válvula de actuación remota con actuador neumático y un medidor de flujo. En la línea de gas-vapor cuenta con un acoplador de llenado y una válvula de globo en la manguera de 31.8 mm (1 ¼"), en la tubería de 51 mm (2") cuenta con una válvula de exceso de flujo, una válvula de relevo hidrostático, una válvula de globo recta y una válvula de actuación remota con actuador neumático.

La toma de suministro 2 cuenta con características similares a la toma 1 únicamente en la línea de gas-líquido se omite el medidor de flujo y se cuenta con una válvula de no retroceso. En la línea de gas-vapor se omite la válvula de actuación remota y se cuenta con una válvula de no retroceso.

Mangueras y Soportes

Todas las mangueras usadas para conducir Gas L.P. son especiales para este uso, construidas con hule de neopreno y doble malla de acero, resistentes al calor y a la acción del Gas L.P., están diseñadas para una presión de trabajo de 24.61 kg/cm^2 y a una presión de ruptura de 125 kg/cm^2. Las mangueras cuando no están en servicio sus acopladores quedan protegidos con tapón.

Las tomas para su mejor protección, están fijas en un extremo de boca terminal en un marco de concreto, contándose también en esta zona con pinzas para la conexión a "tierra" de los transportes al momento de efectuar el trasiego de Gas L.P. Los puntos de ruptura realizados con un 20 % del espesor de la pared están localizaos en el niple que conecta en sus extremos con codos, permaneciendo uno de ellos fijo y soldado al marco metálico de retención.

Se anexa Memoria Técnica y plano del Proyecto Mecánico. Ver sección de anexos

I.1.35. Proyecto sistema contra-incendio.

CUMPLIMIENTO CON LA NORMATIVIDAD

El sistema contra incendio está conformado por los siguientes elementos y que conforman la Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **GAS LUCON, S.A. de C.V.**:

- Extintores manuales.
- Extintor de carretilla.
- Equipo de protección personal para combate de incendio
- Sistemas de seguridad
- Manejo de agua a presión
- Entrenamiento de personal

Cada uno de los elementos antes citados se describe a continuación, de conformidad con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014**, *Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación*.

Extintores Manuales.

Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se instalaron extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad cada uno, en los lugares siguientes, a una altura máxima de 1.50 m. y mínima de 1.20 m. medidas del piso a la parte más alta del extintor.

No. de Extintores	Área	Tipo
2	Zona de almacenamiento	Fosfato de Monoamónico
1	Toma de recepción	Fosfato de Monoamónico
1	Toma de suministro	Fosfato de Monoamónico
1	Muelle de llenado	Fosfato de Monoamónico
3	Bombas	Fosfato de Monoamónico
1	Compresor para Gas L.P.	Fosfato de Monoamónico
2	Estacionamiento	Fosfato de Monoamónico
1	Caseta equipo contra incendio	Fosfato de Monoamónico
1	Vaciado de recipientes transportables	Fosfato de Monoamónico
1	Tablero eléctrico	Dióxido de carbono
3	Oficinas	Fosfato monoamónico
2	Bodegas	Fosfato monoamónico
1	Taller	Fosfato monoamónico
1	Caseta de vigilancia	Fosfato monoamónico

Extintor de Carretilla

Se cuenta con dos extintores de carretilla, con capacidad de 60 kg de polvo químico seco, localizado en zona de almacenamiento.

Sistemas de seguridad

Sistema de alarma: La planta de distribución cuenta con un sistema de aviso de emergencia mediante alarma sonora que puede ser activada manualmente para alertar al personal de la misma en caso de emergencia.

Sistema de paro de emergencia: Los actuadores son accionados a control remoto y son del tipo neumático. No se utiliza Gas L.P., como fluido para operar el actuador neumático.

En el sentido del flujo están colocadas las válvulas de cierre de operación manual, la de emergencia y la de exceso de flujo.

La ubicación del botón que acciona la válvula de paro de emergencia está señalizada.

Accesorios de protección

Se cuenta con cuando menos un gabinete que contenga, como mínimo el equipo de protección personal para dos personas.

Cada equipo consiste cuando menos en: casco con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero, confeccionados a base de Nomex, Kevlar o materiales equivalentes.

Manejo de agua a Presión

Para el manejo de agua a presión se cuenta con una cisterna compuesta por los siguientes elementos:
1.-Cisterna de seguridad con capacidad de 155,000 litros. Este recinto es subterráneo construido con concreto armado. Su llenado se hace a base de pipas.
2.- El cuarto de equipo contra incendio está construido a lado la cisterna con dimensiones, cuenta con un acceso para maquinaria y/o personal.

Esta caseta de máquinas está equipada con los siguientes elementos:

Bomba con motor eléctrico de combustión interna de 60 H.P. y un gasto de 2400 LPM a 6 kg/cm^2.
Bomba con motor eléctrico de 60 H.P. y un gasto de 2400 L.P.M. a 6 kg/cm^2.

3.- La red distribuidora es de tubo de acero al carbón galvanizado cédula 80. Esta tubería se tiene instalada en forma subterránea a 1.0 m de profundidad la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo de la caseta de máquinas con tubería de 152 mm (6”).

Esta cisterna alimenta a los siguientes componentes:

- Cuatro hidrantes con manguera de 2" de diámetro con una longitud de 30 m y una presión de 3 kg/cm^2.
- Sistema de enfriamiento el cual cuenta con una válvula de compuerta de accionamiento manual para cada tanque.

La tubería es de acero al carbón cédula 80 en su recorrido visible.

4.- Tubería y elementos de rociado para el tanque:

Cada tanque cuenta con dos tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba del tanque.

Estas tuberías son de 51 mm de diámetro. Los tubos se instalaron a lo largo de los tanques, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

El rociado se hace colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 56 boquillas (tanque 1) y 46 boquillas (tanque 2). Las boquillas de rociado son marca Spraying syustema de tipo recto modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M. ya una presión de 3.0 kg/cm^2.

Entrenamiento de personal

Se impartió un curso de entrenamiento de personal, que abarcó los siguientes temas:

1. Posibilidades y limitaciones del sistema.
2. Personal nuevo y su integración a los sistemas de seguridad.
3. Uso de manuales.

a) Acciones a ejecutar en caso de siniestro.
Uso de accesorios de protección
Uso de los medios de comunicación
Evacuación de personal y desalojo de vehículos
Cierre de válvulas estratégicas de gas
Corte de electricidad
Uso de extintores
Uso de hidrantes como refrigerante
Operación manual del rociado a tanque
Ahorro de agua

b) Mantenimiento general:
Puntos a revisar
Acciones diversas y su periodicidad
Mantenimiento preventivo a equipo yagua
Mantenimiento correctivo yagua

Prohibiciones

Se prohíbe el uso en la planta de lo siguiente:

- Fuego.

Para el personal con acceso a las zonas de almacenamiento y trasiego:

- Protectores metálicos en las suelas y tacones de los zapatos, peines, excepto los de aluminio.
- Ropa de rayón, seda y materiales semejantes que puedan producir chispa.
- Toda clase de lámparas de mano a base de combustión y las eléctricas que no sean apropiadas para atmosferas de gas inflamable.

Rótulos de Prevención y Pintura

a) ***Pintura de tanques de almacenamiento:*** El tanque de almacenamiento está pintado de color blanco, en sus casquetes un círculo rojo cuyo diámetro es aproximadamente el equivalente a la tercera parte del diámetro del recipiente que lo contiene, también tiene rotulados con caracteres no menores a 15 cm., la capacidad total en litros de agua, así como la razón social de la empresa y número económico.

b) ***Pintura en topes, postes, protecciones y tuberías:*** Los postes de concreto que constituyen la zona de protección del área de almacenamiento, así como los topes y defensas de concreto en el interior de la planta, están pintados con franjas diagonales de color amarillo y negro en forma alternada.

c) Todas las tuberías se encuentran pintadas anticorrosivamente con los colores distintivos reglamentarios como son: de blanco las conductoras de gas-líquido, blanco con franjas verdes las que retornan gas-liquido al tanque de almacenamiento, amarillo las que conducen gas-vapor, negro los ductos eléctricos, rojo las que conducen agua y azul las de aire.

d) En el recinto de la Planta se encuentran instalados en los lugares apropiados letreros con leyendas como:

LETRERO	ROTULO	LUGAR
“ALARMA CONTRA INCENDIO”		Interruptores de alarma.
“PROHIBIDO ESTACIONARSE”		En puertas de acceso de vehículos y salida de emergencia, por ambos lados y en la toma siamesa.
“PROHIBIDO FUMAR”		Área de almacenamiento y trasiego.
“USO OBLIGATORIO DE CALZADO DE SEGURIDAD”	LETRERO	Muelle de llenado.
“USO OBLIGATORIO DE GUANTES”	LETRERO	Muelle de llenado para recipientes transportables y zona de trasiego.
“HIDRANTE”		Junto al hidrante.
“EXTINTOR”		Junto al extintor.
“PELIGRO, GAS INFLAMABLE”		Muelle de llenado, Toma de recepción, Toma de suministro, Toma de carburación de autoconsumo y uno por cada lado de la Zona de Almacenamiento
“SE PROHIBE EL PASO A VEHICULOS O PERSONAS NO AUTORIZADAS”		Accesos a la planta de distribución, zonas de almacenamiento y trasiego .
“SE PROHIBE ENCENDER FUEGO”		Zona de almacenamiento, tmas de recepción y suministro.
“LETREROS QUE INDIQUEN LOS DIFERENTES PASOS DE MANIOBRAS”	LETRERO	Muelle de Llenado, Tomas de recepción y Suministro.
“CODIGO DE COLORES DE LAS TUBERIAS”	LETRERO	Como mínimo en la entrada de la planta de distribución y zona de almacenamiento.
“SALIDA DE EMERGENCIAS”		En el interior y exterior de las puertas.
“PROHIBIDO EFECTUAR REPARACIONES A VEHICULOS EN ESTA ZONA”	LETRERO	Zona de trasiego, almacenamiento, trasiego y de circulación.
“RUTA DE EVACUACIÓN”		Varios (verde, con flechas y letras blancas).
“VELOCIDAD MAXIMA 10 KM/H”		Como mínimo a la entrada de la planta.
“PUNTO DE ARRANQUE DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIO”	LETRERO	De acuerdo al proyecto contra incendio.

"VÁLVULAS DE ALIMENTACIÓN AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR ASPERSIÓN DE AGUA"	LETRERO	Junto a la válvula.
"GABINETE DE EQUIPO DE BOMBERO"	LETRERO	Junto a gabinete.
"BOTÓN DE PARO DE EMERGENCIA PULSE PARA OPERAR"	LETRERO	Junto a la válvula de paro de emergencia.

Al final del presente Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo, se incluye la Memoria Técnico Descriptiva del proyecto contra incendio en la sección de Anexos.

I.2. Descripción detallada del proceso.

La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de ***Gas Lucon, S.A. de C.V.*** – ubicada en el km 226+500 de la carretera México-Tuxpan en Tihuatlán, Veracruz- desarrolla un proceso operativo relativamente simple, debido a que éste no involucra reacciones químicas u operaciones unitarias, ya que dicho proceso consiste en realizar el trasvase del gas licuado de petróleo (***GLP***) de un recipiente a otro, limitándose a realizar el manejo del ***GLP*** a través de operaciones de trasiego. Este sistema de trasiego se considera como el *conjunto de tuberías, válvulas, equipo y accesorios para transferir Gas L.P., construido para quedar instalado permanentemente en una planta de distribución. Dicho sistema inicia en las válvulas colocadas en los coples de los recipientes de almacenamiento y termina en la punta de las mangueras de las llenaderas de recipientes transportables, tomas de recepción, suministro o carburación de autoconsumo*, tal como se establece en su numeral **3.59** de la NOM-001-SESH-2014.

Para la comprensión del proceso operativo que se lleva a cabo en la Planta de Distribución de GLP, se describen a continuación, de acuerdo a la norma, los elementos primordiales que conforman la planta.

Semirremolque: Estructura móvil no autopropulsada que mantiene en forma fija y permanente un recipiente de almacenamiento para contener Gas L.P., utilizado para el transporte de dicho combustible, y que incluye los elementos necesarios para realizar maniobras de carga y descarga del mismo.

Recipiente de almacenamiento: Recipiente no transportable para almacenamiento de Gas L.P., a presión, instalado permanentemente en una planta destinada a la distribución.

Auto-tanque: Vehículo que en su chasis tiene instalado en forma permanente uno o más recipientes no transportables para contener Gas L.P., utilizado para el transporte o distribución de dicho combustible a través de un sistema de trasiego.

Como se ha mencionado, el proceso operativo no involucra reacciones químicas u operaciones unitarias debido a que el ***GLP***, sólo pasa de un recipiente a otro – ***trasiego*** – por lo cual comporta una relativa sencillez.

La actividad implica un ***peligro*** en función de las propiedades de ***inflamabilidad*** – es la medida de la facilidad con la que el GLP, puede encenderse y de la rapidez con la que una vez encendido, se diseminaran sus llamas – de éste y bajo ciertas condiciones de ***explosividad*** – es la capacidad del GLP que provoca una liberación instantánea de presión, gas y calor, ocasionado por un choque repentino, presión o alta temperatura.
A continuación se anexa la descripción de cada uno de los procedimientos que se llevan a cabo en las áreas operativas que integran la ***instalación***:

Procedimiento de descarga de semirremolques:

- Al inicio de turno el personal de descarga revisará el espacio disponible de los tanques de almacenamiento y lo registrará.

- Al llegar a la *instalación*, el ***semirremolque*** se dirigirá a la toma de recepción-suministro, donde será recibido por el personal operativo. El operador revisará el porcentaje del nivel a través del dispositivo instalado en el semirremolque para

enterarse de la cantidad de ***GLP*** contenido en este; también se cerciorará de la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo.

- Indica al chofer del ***semirremolque*** donde deberá estacionarse y verificará que la unidad esté totalmente detenida, con el motor apagado y el freno de estacionamiento colocado.

- Toma la lectura en por ciento del contenido, así como de la presión a la que viene.

- Coloca las cuñas metálicas, en por lo menos dos de sus ruedas para asegurar la inmovilidad del vehículo; también coloca el cable, con su respectiva pinza, para el aterrizaje de la unidad.

- Acoplar la manguera de líquido (normalmente de 51 mm) misma que está conectada a la tubería de mayor diámetro y en color blanco.

- Posteriormente abrirá la válvula de la manguera, así como la de la unidad.

- Acoplará la manguera de vapor, que está conectada a la tubería de color amarillo, abrirá la válvula tanto de la manguera como de la unidad.

- Abrirá las válvulas tanto de líquido como de vapor del recipiente.

- En la línea del tanque hasta la toma de recepción-suministro se abren las válvulas correspondientes. Deberá cerciorarse que las válvulas no permanezcan cerradas.

- Accionará el interruptor que pone a funcionar el compresor.

- Durante la operación de descarga, el operador por ningún motivo se retira de la toma de recepción-suministro y periódicamente verifica el contenido restante en el ***semirremolque*** mediante el dispositivo de medición instalado en el semirremolque, hasta que alcance el valor de cero.

- En cuanto dicho dispositivo marque cero, el descargador apagará el compresor.

- Cerrará las válvulas de líquido de las mangueras así como del semirremolque y las retirará de la unidad.

- Se cerrará la válvula de vapor como en el apartado anterior y desacopla todas las líneas.

- Coloca los tapones respectivos en la toma de líquido y vapor del semirremolque, así como en las mangueras, las cuales se colocarán en su lugar correspondiente y se retirarán las cuñas metálicas y el cable de aterrizaje.

- Informará al chofer que la unidad ha sido descargada y puede retirarse.

Procedimiento de llenado de *auto-tanques* a través de la toma de suministro:

- El chofer estaciona el ***auto-tanque*** en la toma de recepción-suministro, donde el operador sigue la secuencia de las siguientes operaciones:

- Verifica que las llaves de encendido del motor del ***auto-tanque*** no estén colocadas en el switch de encendido.

- Verifica que se encuentren colocadas correctamente las cuñas metálicas en las llantas traseras del vehículo y la pinza del cable de aterrizaje.

- Revisa, utilizando el dispositivo de medición de nivel, el por ciento de gas que tiene el ***auto-tanque*** (contenido sobrante con el que regresó de ruta).

- Con el volumen en porcentaje de gas que contiene el ***auto-tanque***, el operador podrá calcular la cantidad de gas que habrá de suministrarle al auto-tanque, para que éste alcance el 90% de su capacidad.

- Colocará la palanca indicadora del medidor de nivel que se desee y dejará la válvula de dicho medidor abierta con el objeto de saber el momento preciso en que el llenado ha llegado al nivel deseado.

- Selecciona el tanque del cual se va a suministrar gas, determinando el porcentaje de su llenado, por medio del medidor del mismo tanque.

- Establece continuidad de flujo abriendo las válvulas de corte, desde el tanque hasta el mismo ***auto-tanque*** por llenar.

- Verifica que no existan fugas en las conexiones de la manguera con el ***auto-tanque***, tanto en las líneas que conducen líquido como las de vapor.

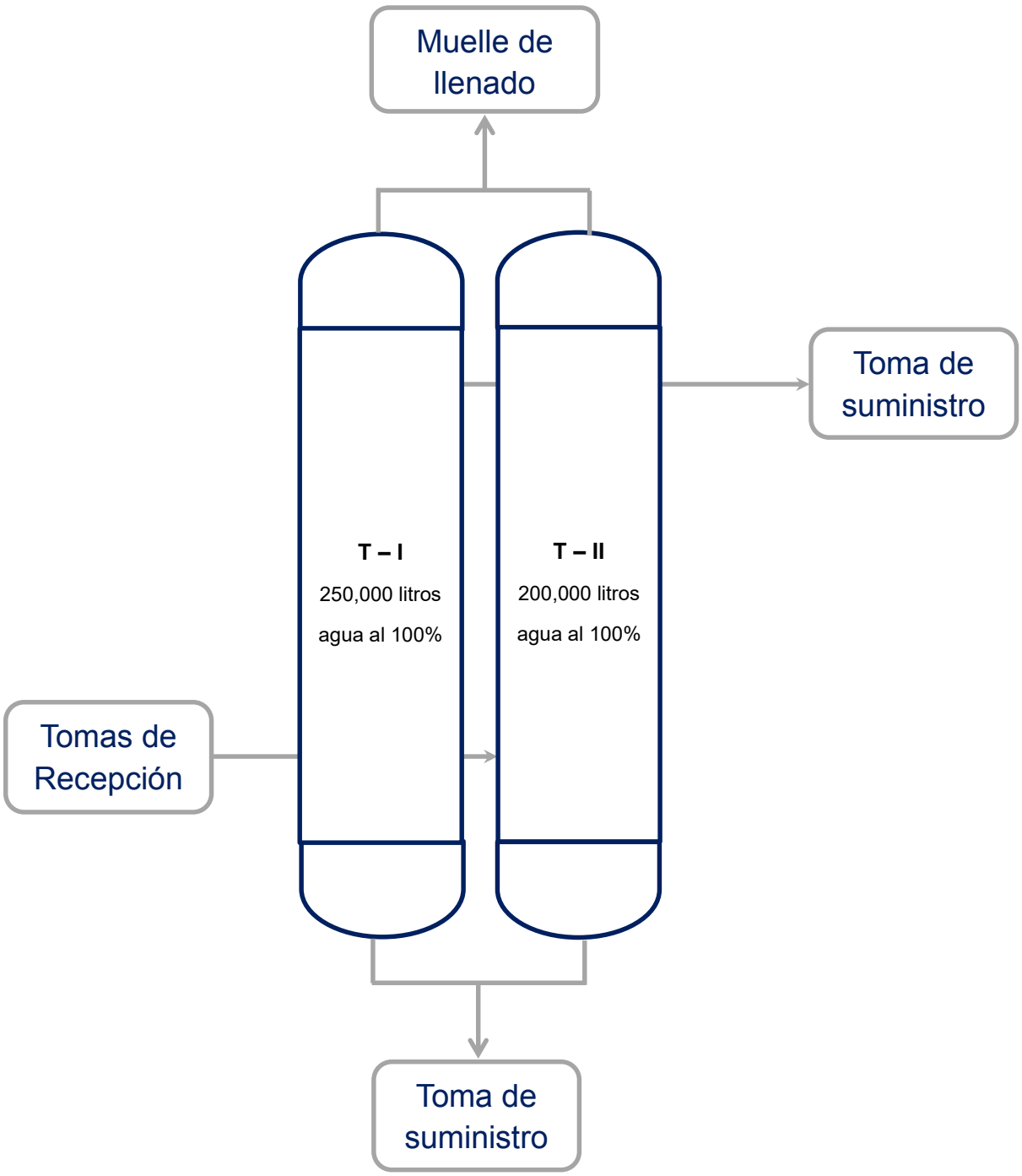
- Accionar el compresor, asegurándose de que la válvula de 4 vías esté direccionada de manera contraria a cuando se descargan los ***semirremolques***.

- Durante el llenado verifica que se realice con normalidad y por ningún motivo abandonará la supervisión de esta operación. Continuamente verificará el por ciento de llenado de ***auto-tanque***.

- Retira las calzas de las llantas del ***auto-tanque***. Revisará en todo su alrededor la unidad, asegurándose de que no existan fugas en las tomas.

- El operador dará aviso al chofer para que retire la unidad y la estacione en el lugar asignado a dicho ***auto-tanque***.

Diagrama de Bloques
Planta de Distribución de Gas L.P.
"Gas Lucon, S.A. de C.V."
Tihuatlán, Veracruz



Materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso.

La materia prima para la operación de una planta de distribución de GLP es precisamente el Gas Licuado de Petróleo, definido como el combustible que se almacena, transporta y suministra a presión, en estado líquido, en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas, por lo que la única sustancia que se maneja es el Gas L.P. con una capacidad total de almacenamiento de **450,000 litros volumen agua al 100% (266,3119 kg), los cuales rebasan la cantidad de reporte que es de 50,000 kg de acuerdo al Segundo Listado consideradas como Altamente Riesgosas.**

La capacidad total de almacenamiento de la planta de distribución de GLP se distribuye en **dos tanques** de almacenamiento del tipo intemperie-cilíndrico horizontal, especiales para contener GLP, uno con capacidad de **200,000 y 250,000 litros agua al 100 %.**

En una planta de gas las operaciones se limitan al trasiego de gas, es decir el trasvase de gas de un recipiente a otro mediante accesorios adecuados. El gas que se encuentra "contenido" en una tubería se encuentra en estado líquido debido a la presión que sobre él se ejerce, aproximadamente de 7.0 kg/cm^2. Cuando el número de moléculas que se liberan del líquido es igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y gaseosa está en equilibrio.

Los impactos que ejercen fuerzas sobre las paredes del recipiente y expresadas por unidad de área reciben el nombre de presión de vapor. Un aumento de temperatura sube la presión de vapor de un líquido, debido a que la velocidad de las moléculas aumenta con la temperatura, pasando con rapidez al estado gaseoso.

El GLP. no tiene características reactivas, corrosivas o radioactivas. Es peligroso aspirar gas l. p.; en grandes cantidades puede producir muerte por asfixia, al igual que muere una persona por falta de oxígeno. Un litro de GLP en estado líquido, pesa menos que un litro de agua (aproximadamente la mitad). Un litro de GLP, en estado vapor pesa más que un litro de aire (entre 1.5 a 2 veces más).

Para poder quemar GLP, se necesita mezclarlo con cierta cantidad de aire; esta cantidad de aire que participará en la mezcla comprende un rango en el que se puede llevar a cabo la combustión y que fuera de él, ésta no podrá realizarse. El gas se quema totalmente sin dejar residuos ni cenizas; no produce humo ni hollín, su llama es muy caliente. La temperatura de ignición del propano es de 466 º C y del butano 405 º C.

A continuación se presentan las características técnicas más importantes del GLP dentro de la Planta de Distribución propiedad de **Gas Lucon, S.A. de C.V.:**

Gas Lucon, S.A. de C.V.	
Sustancia peligrosa	Gas Licuado de Petróleo
Cantidad de reporte	50,000 kg de acuerdo con el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas
Cantidad máxima de almacenamiento	450,000 litros de agua al 100% (266,319 kg)
Flujo en operación	El flujo de operación
Concentración de la sustancia peligrosa	De acuerdo con los datos indicados en la Hoja de Datos de Seguridad de Petróleos Mexicanos (PEMEX), la composición del Gas L.P. es la siguiente: Propano – 60% Butano – 40% Etil-mercaptano – 0.0017-0.0028 ppm
Capacidad máxima de producción	La principal actividad es la comercialización del GLP. y **no la producción del mismo**.
Tipo de almacenamiento	La Planta cuenta con dos recipientes de almacenamiento temporal de GLP, de tipo intemperie, cilíndrico horizontal, especial para contener GLP.

I.2.1. Hojas de seguridad

A continuación se anexa la respectiva hoja de datos de seguridad del ***GLP***:

Nombre de la empresa:	***Gas Lucon, S.A. de C.V.***		
Fecha de Elaboración: 04 – 06 – 2018	Fecha de Revisión: 04 – 06 – 2018		
1.- Nombre del Fabricante o Importador:	**2.-** En caso de emergencia comunicarse a: SETIQ Teléfono: 01-800-00 21 400 Fax:		
3.- Domicilio Completo:			
km 226+500 de la carretera México-Tuxpan	No. Ext.: S/N	Colonia: NA	C.P.:
Delegación/Municipio Tihuatlán	Localidad o Población NA	Entidad Federativa: Veracruz	
Sección II: Datos Generales de la Sustancia Química			
1.- Nombre Comercial Gas Licuado Comercial	**2.-** Nombre Químico Mezcla Propano – Butano		
3.- Peso Molecular 49.7 g/mol	**4.-** Familia Química Hidrocarburos del Petróleo		
5.- Sinónimos Gas LP, LPG, gas licuado de petróleo	**6.-** Otros Datos No es toxico pero si inflamable		
Sección III: Componentes Riesgoso			
1.- % y Nombre de los Componentes Propano - 60 Butano – 40	**2.-** No. CAS 68476-85-7	**3.-** No. de la ONU 1075	**4.-** Cancerígenos o Teratogénicos No se conocen
5.- Límite Máximo Permisible de Concentración Asfixiante simple	**6.-** IDLH/IPVS (ppm) 2100	**7.-** Grado de Riesgo De alto pero debido a su inflamabilidad y explosividad, no por sus efectos tóxicos.	
Sección IV: Propiedades Físicas			
1.- Temperatura de Fusión (°C): -167.9	**2.-** Temperatura de Ebullición (°C): -32.5		
3.- presión de Vapor (mmHg a 20 °C): 4500 a 21.1 °C	**4.-** Densidad Relativa: 0.540		
5.- Densidad Relativa de Vapor (Aire = 1.00 a C.N.): 2.01	**6.-** Solubilidad en Agua (g/100ml): Aproximadamente 0.0079% en peso (insignificante; menos del 0.1 %).		
7.- Reactividad en Agua: No es reactivo	**8.-** Estado Físico, Color y Olor: Líquido, Incoloro, Etil-mercaptano		
9.- Velocidad de Evaporación (Butil Acetato = 1): Inmediata	**10.-** Punto de Inflamación (°C): -98.0		
11.- Temperatura de Auto ignición (°C): 435.0	**12.-** Porciento de Volatilidad: Muy volátil		
13.- Límites de Inflamabilidad (%):			
Inferior: 1.8	Superior: 9.3		

Sección V: Riesgos de Fuego o Explosión

1.- Medio de Extinción

Niebla de Agua:	Espuma:	Halón:	CO_2:	PQS:	Otros:
X			**X**	**X**	

2.- Equipo Especial de Protección (General) para Combate de Incendio:
Equipo para ataque a incendios, además de guantes, casco y protección facial.

3.- Procedimiento Especial de Combate de Incendio:

Evacúe al personal del área y ponga en acción el Plan de Emergencia. En caso de no tener un plan de emergencia a la mano, retírese de inmediato lo más posible del área contrario a la dirección del viento.

Proceda a bloquear las válvulas que alimentan gas a la fuga y ejecute las instrucciones operacionales o desfogues al quemador, mientras enfría con agua, tuberías y recipientes expuestos al calor (el fuego, incidiendo sobre tuberías y equipos, provoca presiones excesivas). No intente apagar el incendio sin antes bloquear la fuente de fuga, ya que si se apaga y sigue escapando gas, se forma una nube de vapores con gran potencial explosivo, lastimando al personal involucrado en las maniobras de ataque a la emergencia.

4.- Condiciones que Conducen a un Peligro de Fuego y Explosión y Explosión NO Usuales:

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. 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.

5.- Productos de la Combustión:

Los gases o humos, productos normales de la combustión son bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua. La combustión incompleta puede formar monóxido de carbono (gas tóxico), ya sea que provenga de un motor de combustión o por uso doméstico. También puede producir aldehídos (irritante de nariz y ojos) por la combustión incompleta.

Sección VI: Datos de Reactividad

1.- Sustancia

Estable: **X**	Inestable

2.- Condiciones a Evitar

Manténgalo alejado de fuentes de ignición y calor intenso, así como de oxidantes fuertes.

3.- Incompatibilidad (Sustancias a Evitar):

Estable en condiciones normales de almacenamiento y manejo. Sin embargo deben de evitar agentes oxidantes.

4.- Descomposición de Componentes Peligrosos

La combustión del GLP tiene las emisiones más bajas de gases de efecto invernadero en comparación con otros combustibles fósiles, debido a que tiene un ciclo de combustión total (parte de los productos de la combustión son: CO_2, H_2O y NO_x).

5.- Polimerización Peligrosa:

Puede Ocurrir:	No Puede Ocurrir: **X**

6.- Condiciones a Evitar:

El contacto con materiales incompatibles y/o temperaturas elevadas puede causar incendio o explosión.

Sección VII: Riesgos para la Salud		
Vías de Entrada	Síntomas del Lesionado	Primeros Auxilios
1.- Ingestión Accidental	En condiciones de uso normal, no es de esperarse. En fase líquida puede ocasionar quemaduras por congelamiento.	La ingestión de este producto no se considera como una vía potencial de exposición.
2.- Contacto con los Ojos	La salpicadura de una fuga de gas licuado provocará congelamiento momentáneo, seguido de hinchazón y daño ocular.	La salpicadura de este líquido puede provocar daño físico a los ojos desprotegidos, además de quemadura fría; aplicar de inmediato y con precaución agua tibia. Busque atención médica inmediata.
3.- Contacto con la Piel	El contacto con este líquido vaporizante provocará quemaduras frías.	Las salpicaduras de este líquido provocan quemaduras frías; deberá rociar o empapar el área afectada con agua tibia o corriente. No use agua caliente. Quítese la ropa y los zapatos impregnados. Solicite atención médica inmediata.
4.- Absorción	No se valida absorción del GLP por vía cutánea	
5.- Inhalación	Debe advertirse que en altas concentraciones (más de 1000 ppm), el gas licuado es un asfixiante simple, debido a que diluye el oxígeno disponible para respirar. 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.	Si se detecta presencia de gas en la atmósfera, retire a la víctima lejos de la fuente de exposición, donde pueda respirar aire fresco. Si no puede ayudar o tiene miedo, aléjese de inmediato. Si la víctima no respira, inicie de inmediato la reanimación o respiración artificial (RCP = reanimación o respiración cardio-pulmonar). Si presenta dificultad al respirar, personal calificado debe administrar oxígeno medicinal. Solicite atención médica inmediata.

6.- Sustancia Química Considerada como Cancerígena (Según Normatividad de la STPS y SSA)

STPS	SI	NO: **X**	**SSA**	SI	NO: **X**	Otros Especificar:

Sección VIII: Indicaciones en Caso de Fuga o Derrames

Se deberá evacuar el área inmediatamente y solicitar ayuda a la Central de Fugas de su localidad. Mientras tanto, bloquear las fuentes de fuga y eliminar las fuentes de ignición, así como disipar la nube de vapores con agua espreada para enfriamiento o mejor aún, con vapor de agua; además solicite ayuda a la Central de Fugas de Gas de su localidad.

Sección IX: Equipo de Protección Personal

1.- Especificar Tipo:

Protección Respiratoria: En espacios confinados con presencia de gas, utilice aparatos auto contenidos para respiración (SCBA o AQUALUNG para 30 o 60 minutos o de escape para 10 o 15 minutos), en estos casos la atmósfera es inflamable o explosiva, requiriendo tomar precauciones adicionales.

Ropa de Protección: Evite el contacto de la piel con el gas licuado debido a la posibilidad de quemaduras frías. El personal especializado que interviene en casos de emergencia, deberá utilizar chaquetones y equipo para el ataque a incendios, además de guantes, casco y protección facial, durante todo el tiempo de exposición a la emergencia.

Protección de Ojos: Se recomienda utilizar lentes de seguridad reglamentarios y, encima de éstos, protectores faciales cuando se efectúen operaciones de llenado y manejo de gas licuado en cilindros y/o conexión y desconexión de mangueras de llenado.

Otros Equipos de Protección: Se sugiere utilizar zapatos de seguridad con suela anti derrapante y casquillo de acero.

2.- Ventilación

Utilícese preferentemente a la intemperie o en lugares con óptimas condiciones de ventilación, ya que en espacios confinados las fugas de LPG se mezclan con el aire formando nubes de vapores explosivas, éstas desplazan y enrarecen el oxígeno disponible para respirar. Su olor característico puede advertirnos de la presencia de gas en el ambiente, sin embargo el sentido del olfato se perturba a tal grado que es incapaz de alertarnos cuando existan concentraciones potencialmente peligrosas. Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire (su densidad relativa es 2.01; aire=1).

Sección X: Información sobre Transportación (De Acuerdo con la Reglamentación de Transporte)

El transporte de Gas L.P. está regido por el "Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos" y por las siguientes normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes:

1. Registro y permiso vigente para transporte de materiales peligrosos.
2. El operador deberá contar con licencia vigente para conductores de materiales peligrosos.
3. La unidad deberá estar identificada de acuerdo con la **NOM-004-SCT-2004**.
4. Contar con información para emergencias durante la transportación de acuerdo a la **NOM-005-SCT/2008**.
5. Revisión diaria de la unidad de acuerdo con la **NOM-006-SCT2/2011**.
6. Revisión periódica de auto-tanque de acuerdo con la **NOM-007-SESH-2010**.
7. Revisión periódica de semirremolques de acuerdo con la **NOM-012-SCT-2-2014**.

Sección XI: Información Ecológica (De Acuerdo con las Reglamentaciones Ecológicas)

El efecto de una fuga de GLP es local e instantáneo sobre la formación de oxidantes fotoquímicos en la atmósfera. No contiene ingredientes que destruyen la capa de ozono (40 CFR Parte 82). No está en la lista de contaminantes marinos DOT (49 CFR Parte 1710).

Sección XII: Precauciones Especiales

1.- De Manejo y Almacenamiento:

Almacene los recipientes en lugares autorizados, (**NOM-002-SESH-2009**, "Bodegas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción, operación y condiciones de seguridad), lejos de fuentes de ignición y de calor. Disponga precavidamente de lugares separados para almacenar diferentes gases comprimidos o inflamables, de acuerdo a las normas aplicables. Almacene invariablemente todos los cilindros de gas licuado, vacíos y llenos, en posición vertical, (con esto se asegura que la válvula de alivio de presión del recipiente, siempre esté en contacto con la fase vapor del LPG). No deje caer ni maltrate los cilindros. Cuando los cilindros se encuentren fuera de servicio, mantenga las válvulas cerradas, con tapones o capuchones de protección de acuerdo a las normas aplicables. Los cilindros vacíos conservan ciertos residuos, por lo que deben tratarse como si estuvieran llenos (NFPA-58, "Estándar para el Almacenamiento y Manejo de Gases Licuados del Petróleo").

2.- Otras:

Precauciones en el Manejo: Los vapores del gas licuado son más pesados que el aire y se pueden concentrar en lugares bajos donde no existe una buena ventilación para disiparlos. Nunca busque fugas con flama o cerillos. Utilice agua jabonosa o un detector electrónico de fugas. Asegúrese que la válvula del contenedor esté cerrada cuando se conecta o se desconecta un cilindro. Si nota alguna deficiencia o anomalía en la válvula de servicio, deseche ese cilindro y repórtelo de inmediato a su distribuidor de gas. Nunca inserte objetos dentro de la válvula de alivio de presión.

I.2.2. Almacenamiento.

La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **Gas Lucon*, S.A. de C.V.*** cuenta con **dos *recipientes de almacenamiento*** del tipo intemperie, cilíndrico horizontal y especiales para contener gas licuado de petróleo (GLP).

La capacidad de los ***recipientes de almacenamiento*** es por 450,000 litros agua al 100%, el cual cuenta con las siguientes características:

	TANQUE I	TANQUE II
Marca	TATSA	TATSA
Según Norma:	NOM/021/2SCFI-1993	NOM/021/2SCFI-1993
Capacidad en litros agua:	250,000	200,000
Año de fabricación	1998	1995
Diámetro Interior (m):	3.37	3.378
Longitud total (m):	29.89	24.003
Presión de trabajo (kg/cm^2):	14.00	14.00
Forma de las cabezas:	Semiesféricas	Semiesféricas
Material lámina cabezas:	SA-612	SA-612
Material lámina cuerpo:	SA-612	SA-612
No. de Serie:	TP-1275	TB-307
Tara (kg):	39,077	32,000

Cada tanque cuenta con los siguientes accesorios:

- Un medidor rotatorio marca Rochester modelo Magnetel de 25.4 mm de diámetro
- Un termómetro marca Rochester de -50°C a 50°C, de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro marca Metron con intervalo mínimo de lectura de 0 a 21 kg/ cm^2
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro, al 85 y 90% del volumen.
- El tanque 1 cuenta con una válvula de exceso de flujo para gas líquido marca Rego modelo A7529V6 con un diámetro de 76 mm (3") y con capacidad de 946 LPM (250 GPM).
- El tanque 1 cuenta con una válvula de exceso de flujo para retorno de gas líquido marca REGO modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 583.77 LPM (122 GPM).
- El tanque 1 cuenta con dos válvulas de exceso de flujo para vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm de diámetro (2") con capacidad de 37600 DFM (1,065 m^3/min).
- El tanque 2 cuenta con cuatro válvulas de exceso de flujo para gas líquido marca Rego modelo A7529V6 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 946 LPM (250 GPM).
- El tanque 2 cuenta con tres válvulas de exceso de flujo para retorno de líquido marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 583.77 LPM (122 GPM).

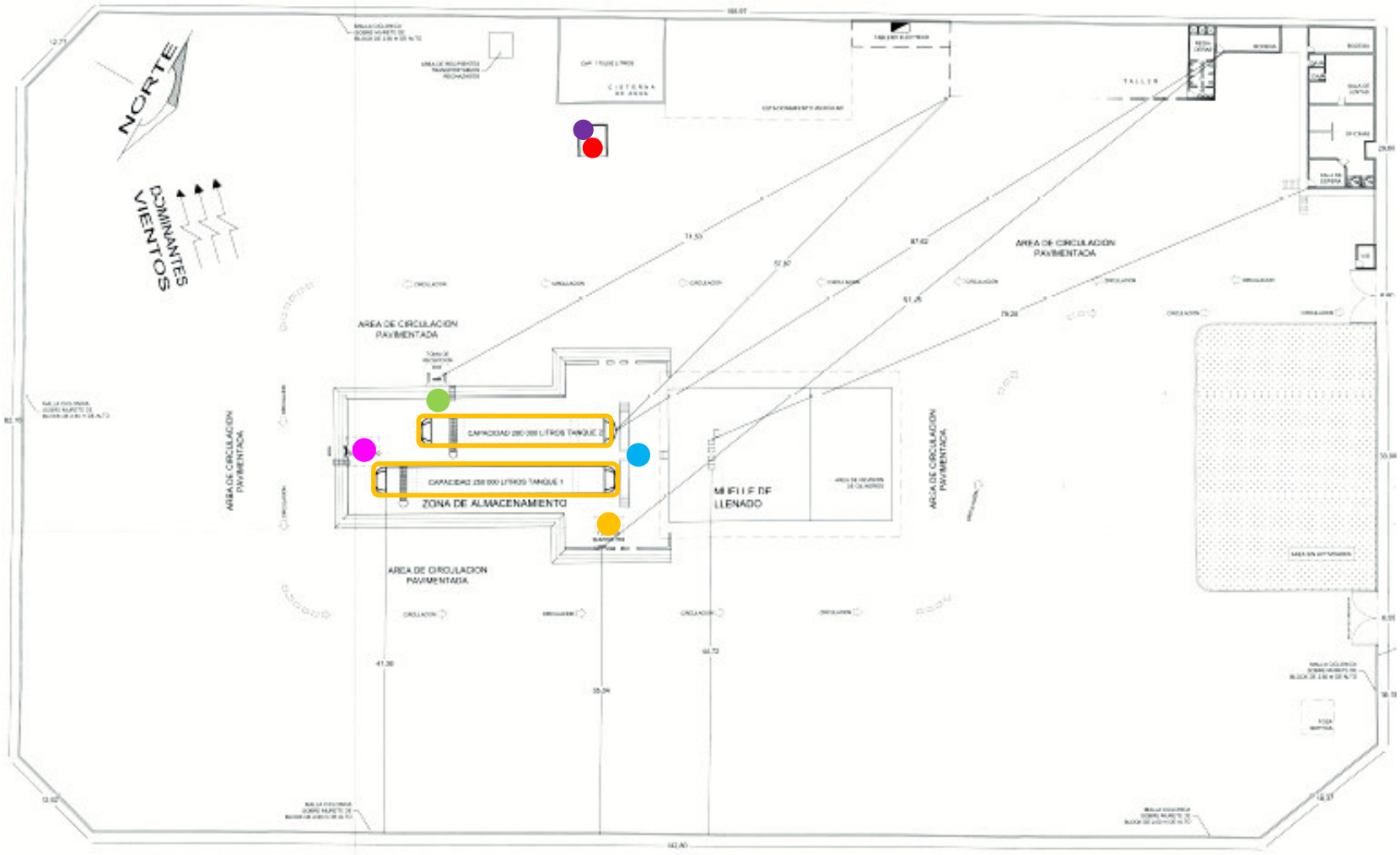
- El tanque 2 cuenta con cuatro válvulas e exceso de flujo para vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2”) de diámetro con capacidad de 37600 CFM (1,065 m^3/min).
- Ocho válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149MG de 64 mm (2 ½”) de diámetro con capacidad de 307 m^3/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- Dos aditamentos múltiples bridados marca Rego modelo A8547G de 102 mm (4”) de diámetro.

I.2.3. Equipos de proceso y auxiliares

En la Planta de Distribución de Gas L.P. como parte del proceso operativo, se llevan a cabo operaciones de ***trasiego***, por lo que para efectos de transferir el GLP se cuenta con los siguientes equipos de proceso y equipos de los servicios auxiliares:

Gas Lucon, S.A. de C.V. – Planta de Distribución de Gas L.P.			
Equipo	***Características***	***Tiempo estimado de uso***	***Localización***
Bomba 1 (Llenado de recipientes transportables)	Blackmer Modelo LGLD2 Capacidad nominal: 151.4 l/min R.P.M.: 640 Motor eléctrico de 10.0 HP Presión de trabajo: 5.0 kg/cm^2	En condiciones normales de operación (TPN), manejando GLP; el equipo tiene una larga vida, si se le proporciona un buen mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	Las bombas están ubicados dentro de la zona de protección del tanque de almacenamiento y cumple con las distancias mínimas reglamentarias.
Bomba 2 (Carga de Auto-tanques)	Corken Modelo 1022 Capacidad nominal: 454 l/min R.P.M.: 640 Motor eléctrico de 10.0 HP Presión de trabajo: 3 kg/cm^2		
Bomba 3 (Carga de Auto-tanques)	Blackmer Modelo LGL3E Capacidad nominal: 490 l/min R.P.M.: 640 Motor eléctrico de 10.0 HP Presión de trabajo: 3 kg/cm^2		
Compresor I (Descarga de semirremolques)	Corken Modelo 490 Capacidad nominal: 636 l/min (168 GPM) Desplazamiento: 52 m^3/h Motor eléctrico de 10 HP RPM: 695		
Bomba I y II (eléctrica)	Evans Motor eléctrico Potencia: 60 HP Capacidad nominal: 2400 l/min Presión de trabajo: 6 kg/cm^2	El equipo tiene una larga vida útil, si se le proporciona un buena mantenimiento preventivo. Sin embargo se considera que los equipos tendrán un tiempo de vida alrededor de 15 años, esto al implementar un sistema de mantenimiento apropiado.	Este equipo se encuentra ubicado en la caseta de equipo contra incendio.

C R O Q U I S D E L O C A L I Z A C I Ó N D E E Q U I P O S



SIMBOLOGIA:

- Tanques de almacenamiento
- Compresor I
- Bomba I
- Bomba II
- Bomba III

Servicios auxiliares:

- Bomba I (motor eléctrico)
- Bomba II (motor eléctrico)

I.2.4. Pruebas de verificación

La planta de distribución de GLP perteneciente a **Gas Lucon, S.A. de C.V.** ubicada en la carretera México-Tuxpan en km 226+500, municipio de Tihuatlán en el estado de Veracruz.

La empresa contaba con la Autorización para Planta de Almacenamiento y Suministro de Gas No. **VER-057-PLP** emitida por la Secretaría de Energía el 15 de junio de 1998 para posteriormente solicitar el canje a Permiso de Distribución mediante Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P. el cual se les concedió mediante el permiso **AD-VER-044-C/00** el día 7 de enero de 2000 por la Secretaría de Energía dicho permiso se otorgó para una capacidad de 500,000 litros al 100 % distribuidos en dos recipientes

La empresa inició operaciones en el año de 2003, de acuerdo al oficio **513.-DOS-F-0014/03** emitido por la Dirección General de Gas L.P., Dirección de operación y supervisión de la Secretaría de Energía el 10 de enero de 2003. . En el mencionado permiso se hace referencia que el proyecto cumplía con lo establecido con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEDG-1996** Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. – Diseño y Construcción, publicada el 12 de septiembre de 1997 en el Diario Oficial de la Federación, mediante el dictamen otorgado por la UVSELP013-A Ing. Rubén Ruíz Ruíz.

Tiempo después la empresa obtiene el canje del título de permiso, el cual ahora se encuentra con el N° LP/14339/DIST/PLA/2016 emitido por la Comisión Reguladora de Energía.

Debido al cambio en la normatividad la planta de distribución de gas l.p. realizó los cambios necesarios para dar conformidad a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014 *Plantas de Distribución de Gas L.P., Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación*, publicada en el **DOF**, el **22 de octubre de 2014**. Por lo tanto se cuenta con el dictamen No 013/007-P/2018 emitido el 16 de Mayo del 2018 por la unidad de verificación en materia de gas l.p. con número de registro UVSELP013-C Ing. Rubén Ruiz Ruiz.

La planta también cuenta con el dictamen eléctrico **No. UVSEIE 297-A-021-18** de la planta de distribución de GLP, emitido el 19 de Abril de 2018 por la unidad de verificación UVSEIE 297-A. En donde se concluye que las instalaciones cumplen con las especificaciones de carácter técnico que se establecen en la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEDE-2012** relativa a las instalaciones destinada al suministro y uso de la energía eléctrica publicada en el diario oficial del 29 de Noviembre de 2012.

Conforme al numeral **4.2.2.2.1**, **Párrafo Tercero** de la **NOM-001-SESH-2014**, se cuenta con los siguientes dictámenes de conformidad con la Norma Oficial Mexicana **NOM-013-SEDG-2002**, *Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P.:*

- *Para el tanque de almacenamiento 1, dictamen técnico **EUT-013-065/2017** Tanque con capacidad de 250,000 litros.*
- *Para el tanque de almacenamiento 2, dictamen técnico **EUT-013-066/2017** Tanque con capacidad de 200,000 litros*

Ambos dictámenes fueron emitidos por la unidad de verificación en materia de gas l.p. con número de registro 160-C Ing. Miguel Ángel Viazcán. En los dictámenes se menciona que

tienen vigencia de tres años sin embargo, de acuerdo a lo establecido en la norma esta evaluación es aplicable cada 5 años.

De igual manera se especifica que en caso de que los ***recipientes de almacenamiento*** hayan sido expuestos a fuego, deberán de efectuarse y aprobarse las siguientes pruebas:

El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. Esta evaluación y aprobación debe efectuarse en términos de la norma oficial mexicana referente a la valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes no transportables para contener GLP, en uso.

Al término del presente Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo, en la Sección de Anexos se incluyen los dictámenes de conformidad con la NOM-001-SESH-2014, NOM-001-SEDE-2012 y con la NOM-013-SEDG-2002.

I.3 Condiciones de operación

La Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de **Gas Lucon, S.A. de C.V.** ubicada en la carretera México-Tuxpan en km 226+500, municipio de Tihuatlán en el estado de Veracruz cuenta con un régimen de operación de tipo intermitente, el cual se lleva a cabo a condiciones de temperatura ambiente y a presión superior a la atmosférica.

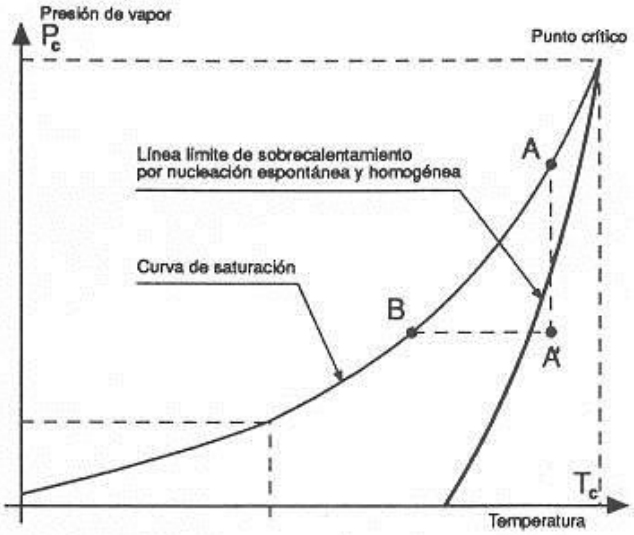
El gas l.p. sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento temporal y trasiego a auto-tanques, recipientes. Por lo que las características *del* ***régimen operativo de la instalación es semi-continuo*****.**

Las principales áreas donde se manejará dicho combustible son:

1.- Toma de recepción y suministro
2.- Área de almacenamiento.
3.- Muelle de llenado.

La sustancia almacenada será un **gas licuado a presión**., el cual, en condiciones normales de presión y temperatura (T=21°C; P= 1 atm) sería un gas. Por lo tanto, para licuarlo **se somete, dentro del recipiente a una presión** muy superior a la ambiental **(7 kg/cm^2)**

Cualquier líquido o **gas licuado almacenado en el interior de un recipiente cerrado se encuentra en las dos fases, líquido y vapor en situación de equilibrio** según la curva de saturación presión - temperatura, o sea que a cada temperatura del líquido le corresponde una determinada presión de vapor, que es la que está soportando la pared interior del recipiente expuesto a la fase vapor.

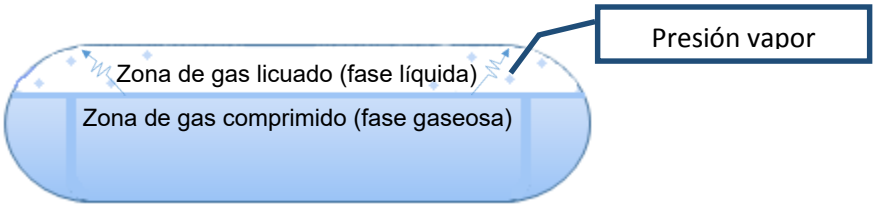


Por lo que a medida que aumenta la temperatura, aumenta obviamente la presión de equilibrio, hasta alcanzarse el punto crítico, a partir del cual solo es posible la existencia de la fase gaseosa. Por ello se define la temperatura crítica como aquella temperatura máxima a la que se puede licuar un gas. Y la correspondiente presión crítica es la presión de vapor máxima que puede tener un líquido.

Dado lo anterior, con la presurización del gas no se consigue su licuefacción total, si no que se obtiene una zona de gas licuado (fase líquida) en la parte inferior del recipiente, y una zona de gas comprimido (fase gaseosa) en su parte superior. Las presiones de ambas fases están equilibradas.

P= 7.0 kg/cm^2

T= Atmosférica.



El GLP es único entre los combustibles comúnmente usados, que bajo presiones moderadas (6–9 kg/cm^2) y a temperatura ordinaria, puede ser transportado y almacenado en una forma líquida, pero cuando se libera a presión atmosférica y a temperatura relativamente baja, se evapora y puede ser manejado y usado como gas.

Los impactos que ejercen fuerzas sobre las paredes del recipiente y expresadas por unidad de área reciben el nombre de presión de vapor. Un aumento de temperatura sube la presión de vapor de un líquido, debido a que la velocidad de las moléculas aumenta con la temperatura, pasando con rapidez al estado gaseoso.

Asimismo, las tuberías estarán diseñadas para soportar una presión mínima de trabajo de 21 kg/cm^2, en tanto que la operación de trasiego se efectuará en un rango de 7 a 10 kg/cm^2.

Sentido del flujo	Operación normal	Diseño de fabricación de tubería	Temperatura de almacenamiento
Del tanque a la toma de recepción	7 - 10	21.0	Ambiente
Del tanque a la toma de suministro	7 - 10	21.0	Ambiente
Del tanque al múltiple de llenado	7 - 10	21.0	Ambiente

En cuanto a la temperatura de operación, el gas L.P., es almacenado a temperatura ambiente, por lo que tomando la información de la Estación Meteorológica de la comisión nacional del agua, estación N° 00030322 Mihuapan, siendo la más cercana al área del proyecto, con ubicación en 20°37’05” Latitud Norte y 097°36’51” longitud Oeste, La temperatura media anual del sitio es de 24.6°C, una temperatura máxima de 31.1°C y mínima normal de 18.2°C.

Estado físico de la sustancia manejada en la planta.

El trasiego de dicho gas involucra únicamente la fase líquida y vapor, por variación de presión y temperatura en el proceso.

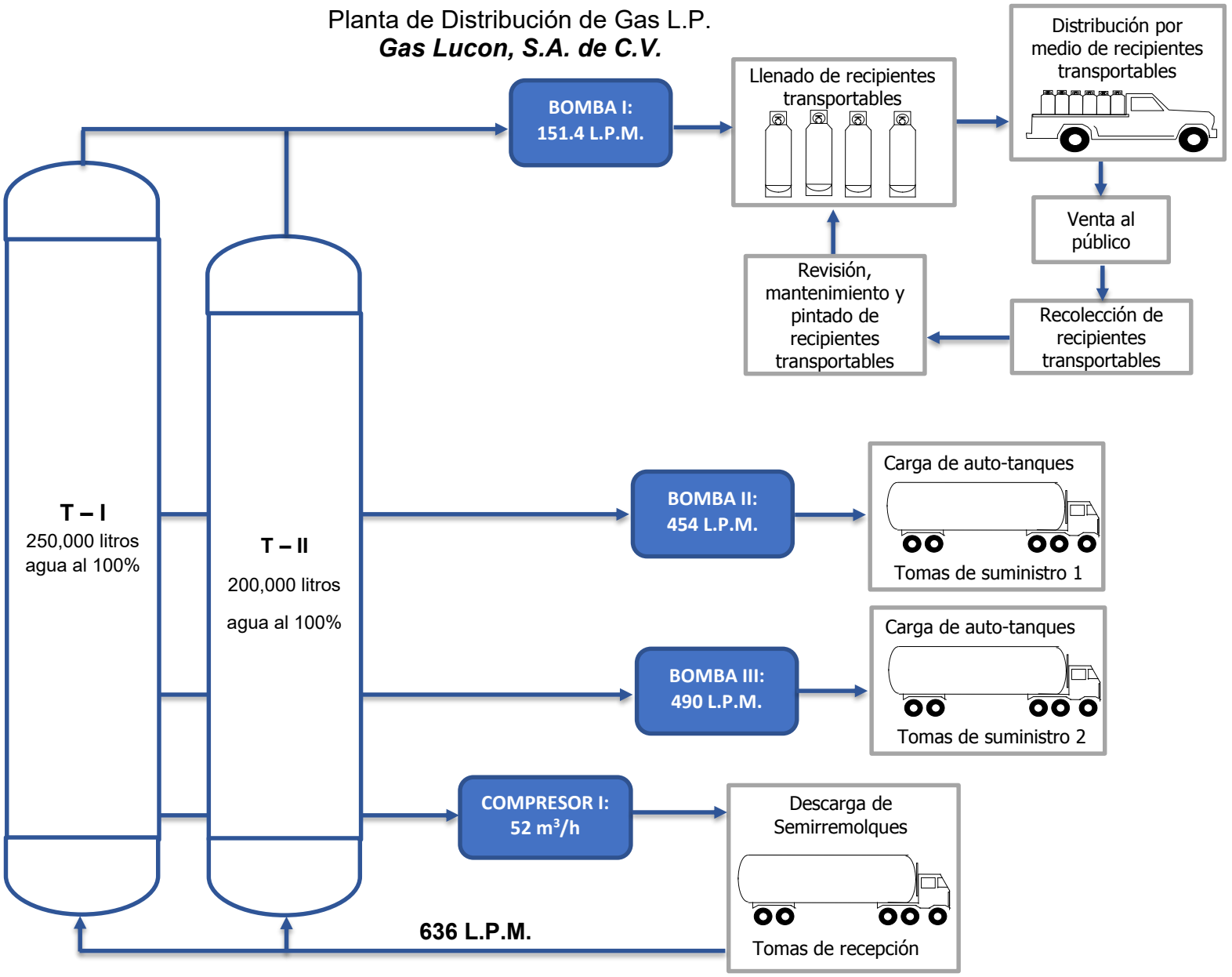
En la planta se contará con tres líneas o corrientes:

1. La línea de llenado (el Gas L.P. viaja en estado líquido a través de esta tubería) que se identifica por estar pintada de color blanco.

2. Línea de retorno de vapores (el Gas L.P. se regresa en forma de vapor) y es identificada por el color amarillo.

3. La línea de retorno de líquido (el Gas L.P. se puede encontrar en dos fases en esta tubería en estado líquido y vapor al mismo tiempo) se identifica por el color blanco con franjas verdes a lo largo de la tubería.

A continuación se presenta el detalle de las líneas del proceso operativo de la instalación, siendo importante recalcar que en ésta, sólo se llevan a cabo operaciones de trasiego, por lo que no se realizan reacciones químicas u operaciones unitarias:


Planta de Distribución de Gas L.P.
Gas Lucon, S.A. de C.V.
BOMBA I:
151.4 L.P.M.
Llenado de recipientes transportables
Distribución por medio de recipientes transportables
Venta al público
Recolección de recipientes transportables
Revisión, mantenimiento y pintado de recipientes transportables
T – I
250,000 litros
agua al 100%
T – II
200,000 litros
agua al 100%
BOMBA II:
454 L.P.M.
Carga de auto-tanques
Tomas de suministro 1
BOMBA III:
490 L.P.M.
Carga de auto-tanques
Tomas de suministro 2
COMPRESOR I:
52 m3/h
Descarga de Semirremolques
Tomas de recepción
636 L.P.M.

Balance de materia.

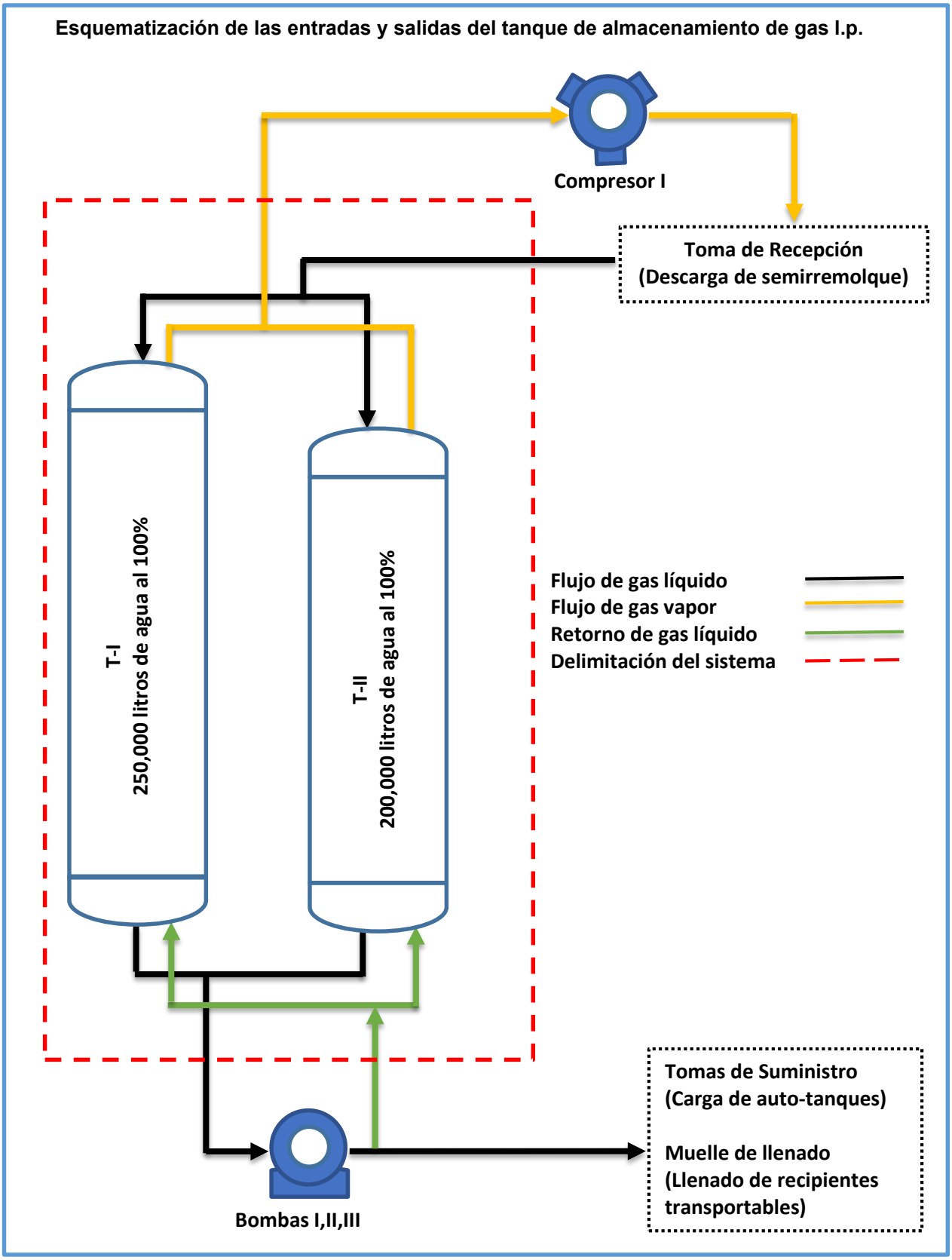
Un balance de materia se basa el principio de conservación de la materia, por lo que es una herramienta comúnmente utilizada para determinar los flujos de las diversas corrientes que entran y salen de un sistema (proceso) con sus respectivas composiciones y temperaturas, brinda información detallada sobre el funcionamiento de los equipos dentro del proceso, incluso las propiedades de las corrientes involucradas.

En el caso de la planta de distribución de gas L.P.- propiedad de **Gas Lucon, S.A. de C.V**.- como parte del proceso operativo de la misma, se llevan a cabo únicamente operaciones de trasiego, sin la necesidad de involucrar reacciones químicas u operaciones unitarias, así mismo no se valida la necesidad de conocer las sustancias involucradas- composición de las corrientes -, puesto que se sabe que sólo se maneja el GLP, siendo este una composición de 60-40 molar de la mezcla de gas propano, y gas butano (de acuerdo en lo reportado en la hoja de datos de seguridad de PEMEX) y que dicha composición no se alterará durante las operaciones de trasiego.

A su vez se considera que en la recepción de GLP, los flujos de entrada (gas líquido) y de salida (gas vapor) son constantes de acuerdo a la capacidad nominal del compresor. De igual forma para el suministro de GLP para auto-tanques y los recipientes transportables se considera que los flujos nominales de las bombas son constantes, por lo que los flujo de salida de gas líquido lo serán, no obstante no se tiene estimado el flujo de gas vapor en el caso del suministro a auto-tanques que es trasegado al tanque de almacenamiento temporal al igual que el flujo de gas líquido de retroceso producto del by-paseo de las bombas durante el suministro.

En otras palabras, la actividad que se realiza en la planta de distribución de GLP es un proceso que opera de manera semi-continua en un régimen transitorio debido a que el sistema cambia a través del tiempo, depende de la cantidad de auto tanques y recipientes transportables suministrados, lo que esquemáticamente se podría representar de la siguiente manera:

Esquematización de las entradas y salidas del tanque de almacenamiento de gas l.p.



Se incluye el Plano del Proyecto Mecánico con la nomenclatura y simbología correspondiente. Ver sección de anexos.

I.3.1. Especificación del cuarto de control

Las zonas principales de la planta son:

- La zona de oficinas para empleados y obreros las cuales se localizan al noreste de las instalaciones y se consideran no peligrosas.
- La Zona de Almacenamiento de Gas L. P., en la cual se tienen dos tanques de almacenamiento con diques y con sistema de bombeo, así como una sección continua a está para llenado de cilindros metálicos, por lo cual queda comprendida en áreas con clasificación eléctrica clase I, División 1 y 2.

La alimentación eléctrica se tomará de la línea de alta tensión de acometida que pasa a un costado de la planta con una tensión de 13.2 kV y de la que se toma una derivación mediante la intercalación de un poste equipado con un juego de tres cuchillas fusibles 1F, 15kV y con un juego de tres apartarrayos auto valvulares 1F, 12 kV, llevando la línea hasta el límite de la planta mediante postes de concreto C-11-450 equipados con estructuras “T” rematando en un poste de c-11-700 en el cual se instaló mediante plataforma, el transformador con su equipamiento en 3 fases de cuchillas fusibles 5 kV y apartarrayos autovalvulares 12 kV, protegiendo a salida de B.T. con interruptor termomagnético en gabinete de lluvia NEMA 3R, previa medición, ambos instalados en la parte inferior del poste, llevando la acometida a la planta por trayectoria subterránea.

La distribución eléctrica de la planta se hace mediante un tablero principal. Este tablero eléctrico estará formado por interruptores, arrancadores y tablero “A” de alumbrado, contenidos en gabinetes NEMA 1 para alimentar a la planta.

El **tablero 1** suministra las siguientes áreas:

- Una combinación de interruptor termomagnético de 3 x 225 A para el tablero “A”.
- Una combinación de interruptor termomagnético de 3 x 300 A con arrancador tensión plena para el motor de la bomba contraincendios de 60 HP (45,980 W)
- Dos combinaciones de interruptor termomagnético de 3 x 20 A con arrancador tensión plena para los motores de las bombas 1 y 2 de 10 HP (7,460 W)
- Una combinación de interruptor termomagnético de 3 x 50 A con arrancador tensión plena para el motor de la bomba 3 de 10 HP (7,460 W)
- Una combinación de interruptor termomagnético de 3 x 70 A con arrancador tensión plena para el motor del compresor de aire de 10 HP (7,460 W)

El **tablero 2** suministra el alumbrado general, el cual consta de lo siguiente:

- 38 centros incandescentes de 40W y 127V en el circuito A8 y 8 en el circuito A10.
- 30 contacto dúplex polarizado de 200W y 127V en el circuito A9 y 8 en el circuito A10.
- 8 luminarias mixtas de vapor de merc. de 160W y 220V a prueba de explosión en el circuito A13.
- 1 Alarma de 100W en el circuito A8.
- 10 reflectores de cuarzo de 500W y 220V en poste de 7m en el circuito12
- 3 unidades de aire acondicionado de 300W en el circuito A11

I.3.2. Sistemas de aislamiento

Los sistemas de aislamiento son de gran relevancia, y fundamentales para disminuir pérdidas económicas tanto en los equipos y tuberías de la instalación – Planta de Distribución de Gas L.P., propiedad de ***Gas Lucon, S.A. de C.V.*** – así como para proteger a los trabajadores de posibles riesgos inherentes a la *operación normal de la planta*.

En el diseño de la Planta de Distribución de GLP, se ha considerado los siguientes aspectos como parte de los sistemas de aislamiento:

Sistema general de conexión a "tierra".

El sistema general de conexión a tierra, tiene como objetivo la protección contra descargas eléctricas a las personas, las cuales se encuentran en contacto con las estructuras metálicas de la instalación.

Los equipos conectados a tierra mediante zapata mecánica atornillada al cuerpo del equipo son los siguientes:

- Recipientes de almacenamiento temporal.
- Bombas del sistema de trasiego (B-I, II y III).
- Compresores del sistema de trasiego (C-I).
- Tuberías.
- Muelle de llenado.
- Estructuras metálicas.
- Básculas de llenado y báscula de repeso.
- Transformador eléctrico.
- Tablero eléctrico.

También se incluye la conexión a tierra de los ***recipientes de almacenamiento***, y en las tomas de recepción, suministro se cuenta con un cable para efectos de aterrizar las unidades que estén siendo suministradas (***auto-tanques***) o descargadas (***semirremolques***).

Además como medida de seguridad ante las descargas eléctricas provenientes de los rayos, la planta cuenta con un juego de tres apartarrayos autovalvulares 12 kV.

Pintura como medio de protección contra la corrosión.

Las tuberías que forman parte del ***sistema de trasiego*** estarán protegidas de los daños por efecto de la corrosión, mediante un primario orgánico a base de zinc, además de pintura de enlace primario; con la finalidad de aislar las tuberías que integrarán el sistema de trasiego y así minimizar los efectos de la corrosión sobre estas.

Sin embargo, es menester mencionar que en la Planta de Distribución de GLP sólo se realizan operaciones de ***trasiego***, es decir el trasvase de ***GLP*** desde un recipiente a otro, por tal motivo en caso de que se llegase a presentar una fuga o derrame de ***GLP***, éste al perder la presión se vaporiza de inmediato, mezclándose con el aire del ambiente dando lugar a la formación súbita de nubes inflamables (en el peor de los casos, ya que depende en gran medida de la cantidad que se fugue y la disponibilidad del oxígeno en la aire

atmosférico) y en condiciones extremas explosivas, las que al exponerse a una fuente de ignición podrían producir un incendio o explosión. Por tal motivo un derrame de GLP, como tal no se esperaría puesto que éste se vaporizaría de inmediato debido a la perdida de presión del sistema de trasiego en el cual se encontrará contenido.

Pese a lo señalado, como parte de las prácticas de seguridad con el fin de prevenir situaciones que propicien una fuga de GLP, ***Gas Lucon, S.A. de C.V.*** ha considerado la elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo de la *instalación*, en el cual se consideren las áreas de mayor riesgo así como la planta en general.

I.4 Análisis y evaluación de riesgos

De acuerdo con la *United States Environmental Proteccion Agency* (USEPA), el riesgo puede considerarse – en términos generales – como la probabilidad de que ocurra algo, y derivado de la ocurrencia de ese algo, sus consecuencias se esperarían que fuesen negativas.

En el caso del medio ambiente, así como en lo que a salud refiere; el *riesgo* se identifica como la probabilidad de que un individuo o una población entera presenten cierta incidencia derivado de los efectos adversos – consecuencias negativas – por la exposición a un peligro (tal como señala la USEPA).

En el caso de la planta de distribución de GLP, el riesgo está en función de la sustancia química peligrosa (GLP) que en ésta se maneja, así como de la cantidad de la misma; **450,000 litros agua al 100%** distribuidos en dos recipientes, uno de 250,000 litros y otro de 200,000 litros, equivalentes a 266,319 kg de GLP al considerar una densidad para éste de 591.82 kg/m^3 de acuerdo con lo señalado calculado por el software de simulación SCRI-Fuego para la temperatura media promedio de Tihuatlán de (24.6 ºC).

Tal como señala el **Centro Nacional para la Prevención de Desastres** (CENAPRED), las actividades industriales así como las comerciales y de servicios que involucran la producción, almacenamiento y transporte de sustancias y/o materiales peligrosos, comporta un riesgo potencial de que ocurra algún accidente, y en el caso dela Planta de una Distribución de GLP, el riesgo está en función del *manejo* – transporte y almacenamiento, ya que dentro del proceso operativo de la instalación no se involucran reacciones químicas u operaciones unitarias – del GLP así como de la cantidad de éste.

Por lo que el riesgo de que ocurra algún accidente ya sea durante el transporte y/o almacenamiento del combustible tendría como consecuencia la liberación no controlada del mismo o la formación de un incendio y/o explosión cuyo dimensionamiento depende de las características de los equipos y de los procedimientos operativos y de seguridad que se lleven a cabo en la planta.

1.4.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

Tal como señala el **CENAPRED**, a lo largo de la historia, los accidentes que han afectado el ambiente son numerosos y las causas de estos se asocian a errores humanos o fallas de los equipos y/o sistemas de manejo de las sustancias químicas peligrosas. Sin embargo también conveniente hacer mención que la calidad de vida de las personas ha ido incrementando a medida que se ha aumentado el uso de sustancias químicas.

El caso del GLP reviste especial interés, ya que si bien es cierto que éste por sus propiedades de inflamabilidad y explosividad, es considerado como una sustancia química peligrosa; no cesa la importancia de éste debido a su gran aceptación y consumo en los hogares mexicanos, y tal como menciona la **Secretaría de Energía** (SENER) el consumo de éste a nivel mundial fue de 280.0 millones de toneladas (mmt) en el 2013, mientras que a nivel nacional se registró un total de 283.9 miles de barriles diarios (mbd).

Sin embargo y a pesar de la fuerte demanda del combustible, es conveniente hacer un paréntesis para mencionar aquellos accidentes que han involucrado el gas licuado de petróleo (GLP), con la finalidad de brindar una perspectiva no sólo del potencial que éste tiene para generar daños, sino de igual manera poner en evidencia que las buenas practicas así como la rigurosa aplicación de medidas de seguridad encaminadas a la prevención de accidentes son efectivas para contrarrestar la probabilidad de ocurrencia de estos accidentes.

Sin duda alguna uno de los accidentes más trágicos en la historia mexicana es el ocurrido en la localidad de San Juan Ixhuatepec (ubicada en el municipio de Tlalnepantla de Baz, en el estado de México), conocida también como San Juanico.

El accidente ocurrido en las instalaciones de la Terminal de PEMEX en San Juan Ixhuatepec, el 1º de noviembre de 1984, creo una imagen negativa a las actividades de almacenamiento de gas en todo el país.

Este accidente fue en las instalaciones del cabezal de distribución de PEMEX y la causa del percance se consideró por la falta de mantenimiento del equipo de almacenaje y del sistema contra incendios, además de una supervisión más estricta, por personal altamente capacitado.

Este siniestro causó muchos daños tanto materiales como humanos. Por otra parte la gran mayoría de los accidentes ocurridos en plantas de gas, como el caso de cactus en julio de 1996, se ha provocado por el arranque de vehículos durante las operaciones de carga y descarga, generando la fuga de gas por ruptura de tuberías, mangueras y válvulas, estos accidentes raras veces ha provocado una catástrofe de magnitudes considerables, se pueden considerar siniestros de menor riesgo ya que solo se han tenido fugas de Gas L.P. sin fuego.

Otro accidente de graves consecuencias sucedió en junio de 1996 en Guadalajara, en donde se incendió y estalló un tanque estacionario que estaba siendo llenado en un hogar, causando 3 muertos y varios heridos de gravedad.

Otro antecedente que involucra el manejo de gas es el de la pipa que se incendió enfrente del café Tacuba en el centro histórico de la Ciudad de México ocurrido el 14 de abril de

1999, en este solo hubo daños materiales. La causa falta de mantenimiento y verificación de las válvulas de exceso de flujo y de relevo (válvula de seguridad)

Otro accidente de pipa que transportaba 45,000 litros de Gas L.P. ocurrió en la autopista México – Querétaro, en el mes de marzo de noviembre de 1999 en este accidente no hubo heridos ni daños materiales, solo de fuga de Gas L.P. sin fuego, en este se debió al exceso de velocidad del chofer y a la falta de mantenimiento de dicha autopista.

En el mes de marzo del 2000 la empresa Regio Gas tuvo un accidente de fuga de Gas L.P. con fuego provocado por el arranque y descontrol del mismo dentro de sus instalaciones en la Delegación Azcapotzalco los daños son del tipo material sin muertes. La causa la falta capacitación y de cumplir con las medidas de seguridad establecidas dentro de las instalaciones.

En el mes de julio de 2000 una pipa perteneciente a la empresa Gas Luxor, la cual transportaba 12,500 litros en las calles de reforma e insurgentes sufrió un percance, no hubo heridos, solo daños materiales. La causa la imprudencia del conductor de la pipa, falta de capacitación y concientización del producto que se transporta.

En el año 2013 en la gasera del grupo Tomza ubicada en Chachapa en el estado de Puebla, explotaron dos contenedores de 35,000 litros así como recipientes transportables de 20 litros, la explosión causó la muerte de 5 personas y diversos lesionados además de daños estructurales en la planta y el cierre por dos horas de la autopista Puebla-Orizaba.

El siniestro más reciente ocurrió el 29 de enero de 2015 cuando una pipa perteneciente a la compañía Gas Express Nieto explotó cuando abastecía gas fuera del Hospital Materno Infantil ubicado en la delegación Cuajimalpa en el Distrito Federal, causando 3 muertos, 73 lesionados y numerosos daños del tipo material.

Como se puede observar los accidentes en su mayoría se pueden considerar errores humanos y falta de mantenimiento a los equipos.

Las fugas del gas l.p. pueden estar presentes en los elementos de servicio como son reguladores, bridas, válvulas y sellos o empaques, pero el mayor riesgo se presentará en el área de almacenamiento del gas.

Debido a que la densidad del gas l. p. es mayor que la del aire, se incrementa la posibilidad de la acumulación de una nube de vapor inflamable, la cual puede viajar y encenderse por calor, chispas o flamas y retroceder con flamas.

Sobre este hecho las plantas de almacenamiento no están exentas de riesgo, por lo cual es necesario una estructuración simultanea tanto de las autoridades que las regulen, los usuarios y de los dueños para evitar todo tipo de siniestros.

Los principales factores de riesgos consideran los siguientes aspectos:

- Omisión de procedimientos de inspección en el área de producción de los equipos e instrumentos de inspección y prueba calibrados.
- Ejercicio inadecuado o deficiente de los programas de inspección o prueba de los mencionados equipos e instrumentos de inspección, medición y pruebas calibrados, a utilizar durante la construcción o montaje.
- Deficiencias en las inspecciones y pruebas a realizar en las puestas en marcha u operación de las plantas, así como la continuidad y características de los programas de inspecciones y pruebas que requieren de verificación como medida preventiva.

Sin embargo, los accidentes han tenido como lado positivo que la Normatividad Mexicana se vaya adecuando, actualizando y modernizando, como sabemos existen Normas Oficiales Mexicanas específicas para las empresas que manejan GLP.

Finalmente es de importancia tener en cuenta que el gas licuado de petróleo es intrínsecamente inflamable y peligroso, por ello es que debemos ser sumamente cuidadosos en mantener los niveles de seguridad más elevados en las plantas de distribución, en las estaciones de carburación y en la venta al público.

Por lo que podemos concluir que algunas de las acciones que pueden generar riesgo son:

- **El trasiego.**
- **Fallas de diseño y**
- **Errores humanos.**

I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización

El presente Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo se desarrolla para la Planta de Distribución de GLP ubicada en el km 226+500 de la carretera México-Tuxpan, Municipio de Tihuatlán, propiedad de ***Gas Lucon, S.A. de C.V.***

Para efectos de la identificación y jerarquización de los riesgos asociados al proceso operativo de la instalación, se llevará a cabo el siguiente procedimiento:

1.- Reconocimiento del ámbito de estudio. En esta etapa se describirán las actividades como parte del proceso operativo de la *instalación*, asimismo las sustancias químicas peligrosas – que en éste caso sólo es el gas licuado de petróleo – y las áreas operativas que integran la Planta de Distribución de Gas L.P.

2.- Identificación de factores de peligro y peligros potenciales. Con base en las características y/o condiciones en la operación de la *instalación*, así como las propiedades físicas y químicas del gas licuado de petróleo (GLP), se hallarán aquellos factores de mayor relevancia por el **peligro** que estos implican.

3.- Evaluación de peligros. Con base en los planos de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio de la *instalación*, así como a los procedimientos de las operaciones de trasiego que se llevan a cabo en la planta se llevará a cabo evaluación de los peligros en cada una de las áreas operativas se utilizará el ***Método What If…?***. **(método cualitativo),** la evaluación de cada los peligros identificados se realizará con base en la experiencia y en los antecedentes de riesgo en instalaciones similares.

4.- Determinación de los escenarios de riesgo. Cada uno de los peligros evaluados para la identificación de riesgos dentro de la metodología What if…? se clasificarán por medio de una matriz de riesgos donde se identificarán, por medio de la jerarquización, los posibles escenarios o incidentes en las áreas del proceso.

5.- Descripción detallada de los escenarios de riesgo. Los escenarios de riesgo son una descripción de las causas iniciales y consecuencias de eventos indeseados, en otras palabras, la descripción de eventos de liberación de Gas LP (material con peligro inherente) y que den lugar a **radiación térmica y ondas de sobrepresión.**

6.- Siendo identificados escenarios de riesgo de la *instalación* por medio de un método cualitativo, se empleará el método cuantitativo conocido como **Análisis de Árbol de Fallas** para la caracterización de los eventos máximo probable pero de menor daño, y el evento de mayor daño (catastrófico) pero de menor probabilidad de ocurrencia, de acuerdo con la cuantificación y verosimilitud de los eventos en términos de probabilidad

7.- Descripción de los modelos de consecuencias. Explicación de los modelos de evaluación de consecuencias presentes en el análisis de riesgo por radiación térmica (incendios, bola de fuego) y sobrepresión (explosiones de nubes no confinadas, explosión BLEVE) del GLP.

8.- Análisis de consecuencias. En este punto se realizará la evaluación de las consecuencias, en donde se calculará la cantidad de GLP liberado a la atmósfera, responsable del evento de riesgo, y con esto calcular la energía liberada en forma de

radiación térmica y/o sobrepresión. Para cuantificar los efectos de cada uno de los escenarios de riesgo se utilizará la paquetería disponible en el software **SCRI – Fuego.**

9.- Determinación de las zonas de salvaguardas conforme a los resultados obtenidos en las simulaciones.

1.- Reconocimiento del ámbito de estudio.

Para la identificación de los riesgos ambientales, se inicia con el conocimiento profundo de los peligros que pueden ser la fuente del riesgo dentro de la instalación – Planta de Distribución de GLP – de acuerdo con las actividades que en ésta se llevan a cabo, así como los elementos que integran la misma. El objetivo reside básicamente en identificar los sucesos que en caso de presentarse, tienen el potencial de desencadenar un daño ambiental, y cuyas dimensiones sobrepasen los límites de la instalación puesto que inherentemente dichas actividades y/o elementos son susceptibles a éste.

El presente análisis reside en la plena identificación de peligros, el cual es el paso más decisivo dentro del Análisis de Riesgo, puesto que la omisión – independientemente del motivo porque se suscite – generaría no sólo la no *identificación*, sino que también impediría su estudio y el posible control o manejo de éste, con el fin de minimizar los efectos derivados del mismo en el caso de que resultase efectivo éste.

Por lo anterior, para el estudio del o los riesgos; es de vital importancia la identificación de los peligros inherentes al proceso operativo de la instalación objeto de estudio.

Con base en las afirmaciones anteriores se hace necesaria primeramente, la descripción del gas licuado de petróleo (GLP), así como su uso y manejo además de sus propiedades físicas y químicas.

El GLP, definido como el combustible que se almacena, transporta y suministra a presión, en estado líquido, en cuya composición química predominan los hidrocarburos butano y propano o sus mezclas, el cual es un gas licuado a presión, que en condiciones normales de presión y temperatura sería un gas.

Según señala Petróleos Mexicanos (PEMEX), el GLP es una mezcla de hidrocarburos la cual está compuesta en su mayoría por propano y butano – de acuerdo a lo reportado en la hoja de datos de seguridad de PEMEX, la composición obedece a un porcentaje en molar del 60:40 de propano y butano respectivamente.

El GLP forma mezclas inflamables con el aire si se encuentra cerca de algún punto de ignición y más peligroso aún en concentraciones que oscilan aproximadamente entre el 2% y el 10%. Por consiguiente puede constituir un riesgo de incendio y explosión, si se almacena o se utiliza incorrectamente.

Análisis de la *instalación*

La Planta de Distribución de GLP cuenta con las siguientes áreas operativas, en las cuales se llevan a cabo operaciones de trasiego, siendo éstas las siguientes:

- Área de recepción: en ésta se lleva a cabo la descarga de los semirremolques que transportan el GLP. La descarga se lleva a cabo por la inyección de vapor a través de un compresor.

- Zona de almacenamiento: se cuenta con dos recipientes de almacenamiento temporal de GLP, uno con capacidad de 250,000 litros al 100% de agua y otro a una capacidad de 200,000 litros al 100% de agua.

Área de suministro: se dispone de dos tomas para efectos de realizar el suministro de GLP a los auto-tanques, con la finalidad de distribuir éste al público. El GLP se suministra con el uso de una bomba para cada toma que administra fase líquida directamente al auto tanque.

● Muelle de llenado: finalmente se cuenta con una zona en la cual se hace únicamente el llenado de recipientes transportables, con la finalidad de llevar a cabo la venta del GLP.

Asimismo para el funcionamiento de la planta de distribución de GLP se requiere de servicios auxiliares donde se incluye:

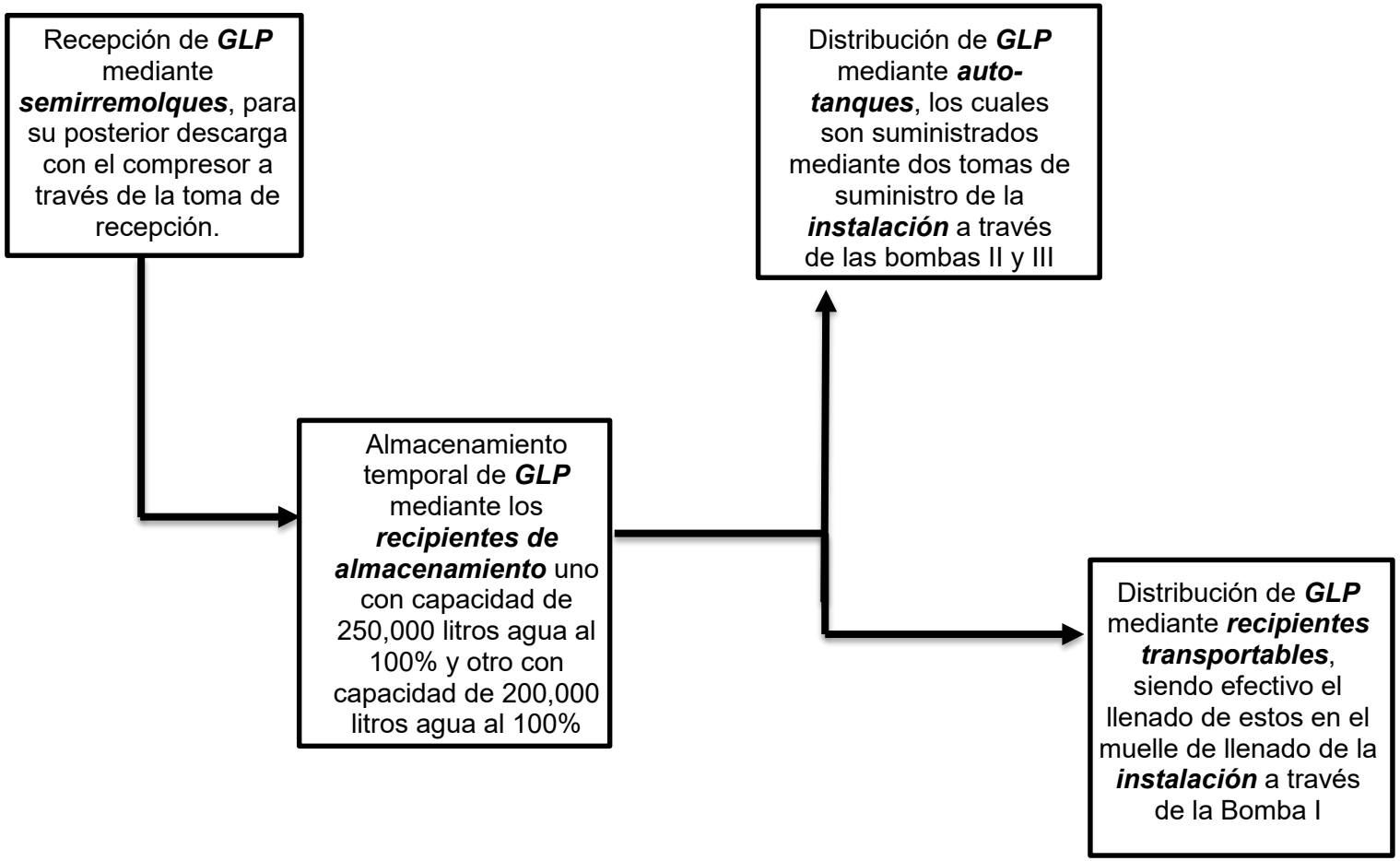
● Sistema contra incendio. Está compuesto por elementos para el almacenamiento de agua, así como dos bombas (eléctrica) y tuberías, formando redes que sirven para conducir el suministro de agua para hidrantes y el sistema de aspersión del recipiente de almacenamiento de GLP.

● Cuarto eléctrico se dispone de un área en la cual se ha construido un cuarto con materiales incombustibles, con la finalidad de resguardar el tablero eléctrico de la planta que es el equipo de distribución de energía eléctrica a los equipos de proceso, auxiliar y anexos.

● Sistema neumático, conformado por un compresor de aire que suministra a las aire a para la apertura o cierre de las válvulas con actuadores neumáticos.

De igual manera se cuenta con espacios delimitados como estacionamientos, además de zonas de circulación en el interior de la instalación, así como oficinas administrativas además de servicios sanitarios y los respectivos accesos para el ingreso y salida a la misma.

A continuación se presenta un diagrama de bloques del proceso operativo de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de **Gas Lucon, S.A. de C.V.**


Recepción de ***GLP*** mediante ***semirremolques***, para su posterior descarga con el compresor a través de la toma de recepción.
Almacenamiento temporal de ***GLP*** mediante los ***recipientes de almacenamiento*** uno con capacidad de 250,000 litros agua al 100% y otro con capacidad de 200,000 litros agua al 100%
Distribución de ***GLP*** mediante ***auto-tanques***, los cuales son suministrados mediante dos tomas de suministro de la ***instalación*** a través de las bombas II y III
Distribución de ***GLP*** mediante ***recipientes transportables***, siendo efectivo el llenado de estos en el muelle de llenado de la ***instalación*** a través de la Bomba I

2. Identificación de factores de peligro y peligros potenciales.

Factores de peligro.

Los peligros en una instalación dependen de varios factores, los cuales no pueden aplicarse de forma general, aún para establecimientos pertenecientes a la misma rama o sector productivo.

Las características propias de la instalación (diseño y construcción), así como por las operaciones que se desarrollan en ésta (Planta de Distribución de Gas L.P. – propiedad de ***Gas Lucon, S.A. de C.V.*** permite identificar anticipadamente algunos riesgos intrínsecos a las actividades.

Para identificar los peligros de éstas se consideraran los siguientes factores:

a) Características físico – químicas del GLP.

Propiedades químicas.

El ***GLP*** es un gas inflamable y se clasifica con un grado de riesgo por inflamabilidad muy alto (4) – por lo que cuenta con el potencial para formar mezclas explosivas, con el aire o el oxígeno, además de sustancias oxidantes como el cloro, flúor y óxido nitroso.

El GLP al mezclarse con el aire y oxígeno resultan explosivas al ubicarse dentro del rango de explosividad:

Límite Superior de Inflamabilidad o de Explosividad (LSE)	**9.3 %**
Límite Inferior de Inflamabilidad o de Explosividad (LIE)	**1.8 %**

En condiciones ideales de homogeneidad (zonas **A** y **B**), 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. 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.

Asimismo dicha mezcla se puede encender con una energía de ignición relativamente baja.

Propiedades físicas.

En fase gas – a presión atmosférica –, el GLP es significativamente más pesado que el aire, lo cual implica que éste fluye hacia abajo desplazando el aire por encima de éste, acumulándose éste en espacios cerrados o que pudiesen generar un confinamiento del mismo. Y en el caso de que no existiese una ventilación adecuada, la acumulación del GLP persistiría por varias horas.

El GLP es incoloro y casi inodoro, por lo cual se le adiciona un odorizante, que en este caso es el etil-mercaptano (0.0017 – 0.0028% en peso); perteneciendo a la familia química de los hidrocarburos derivados del petróleo; básicamente su nombre químico corresponde a la mezcla propano (60%) – butano (40%).

Su peso por litro, del mercaptano; es de 0.813 kg y su olor como se ha mencionado es tan fuerte; que solo es necesario adicionar 500 g de este en un volumen de 37 850 litros de GLP para así brindarle ese aroma tan característico – como actualmente se le reconoce – del gas, y sobre todo con el fin de que la presencia de este no pase inadvertida.

Siendo el porcentaje de la concentración del mercaptano en la mezcla de GLP tan pequeño, que este no es lo suficiente como para modificar las propiedades de la mezcla original, salvo se debe tener especial cuidado en que nunca exceda a la quinta parte del nivel inferior de combustibilidad, a su vez el mercaptano no produce alteraciones en el poder combustible del GLP.

De acuerdo a la Hoja de Datos de Seguridad de **PEMEX**, la densidad del GLP es:

> Densidad de los vapores (aire = 1) a 15.5 °C es 2.01 veces más pesado que el aire.
> Densidad del líquido (agua = 1) a 15.5 °C es de 0.540 g/mL.

Su densidad como líquido se aproxima a la mitad del agua, esto significa que si se vierte el gas sobre el agua, éste flotara sobre la superficie antes de evaporarse. El líquido respecto a su volumen tiene una proporción de 1 a 250 partes sobre el volumen del gas, y es, por lo tanto ½ veces tan denso como el aire y no se dispersa tan fácilmente.

Además es importante señalar que, al igual que con otras sustancias, la densidad del GLP tiene una fuerte dependencia de la temperatura, más allá de los cambios que pudieran provocar el cambio en la presión a la cual se encuentra sometido.

Dependiendo de la composición del GLP, se prevé que un litro de éste en fase líquida produzca aproximadamente 260 a 350 litros en fase gas.

El GLP, no es tóxico, pero en altas concentraciones puede causar asfixia, debido a que desplaza el aire. En concentraciones muy elevadas, y cuando se ha mezclado con el aire, el vapor de GLP resulta anestésico y posteriormente asfixiante. Al diluirse o reducirse el oxígeno disponible; éste (el GLP) puede causar graves quemaduras frías a la piel debido a su rápida evaporación, ocasionando, por ende la disminución de la temperatura.

b) Cantidad de GLP almacenada.

Se ha definido que el GLP es la única sustancia empleada dentro del proceso operativo en la ***Planta de Distribución de GLP***, la cual es almacenada mediante dos recipientes para el almacenamiento temporal uno con capacidad de 250,000 litros al 100% agua y otro con capacidad de 200,000 litros al 100% agua.

Sin embargo, por buenas prácticas así como por seguridad, sólo se almacenará el GLP al 80% de su capacidad total de almacenamiento para cada recipiente de la planta; por lo que se considera un volumen máximo de 200,000 litros para el tanque 1 y de 160,000 litros para el tanque 2.

Asimismo se hace la consideración de un volumen que si se fugara, y se incendiara éste ocasionaría una explosión (en el peor de los casos) originando daños considerables a las instalaciones, las personas y el ambiente.

c) Condiciones de operación.

Las características del proceso que se desarrolla, son también un factor importante a considerar. Cuando en una instalación se lleva a cabo operaciones donde el control de las variables puede ser determinante para impedir o minimizar el peligro, es necesario considerar cuidadosamente éstas. Un proceso se puede considerar peligroso si existen dentro de sus operaciones las siguientes características:

- Altas temperaturas.
- Bajas o altas presiones.
- Fugas (presencia de sustancias inflamables y/o tóxicas en el ambiente).

- Deficiencias en el diseño, construcción, operación y/o mantenimiento de las instalaciones.

Las condiciones de operación en que se maneja el ***GLP*** en la ***instalación*** son:

Trayecto	***Presión kg/cm²***		***Temperatura de operación***
	Operación normal	***Diseño de fabricación de tubería***	
De la toma de recepción al tanque de almacenamiento.	7-10	21	Ambiente
Del tanque a la toma de suministro.	7-10	21	Ambiente
Del tanque al muelle de llenado.	7-10	21	Ambiente

Por lo anteriormente expuesto se puede observar que es una operación a temperatura normal, sin embargo la presión es mucho mayor a la ambiente, esto debido a que el GLP para su manejo y transporte debe de estar a una presión mayor a la atmosférica, de lo contrario éste se encontraría en fase gas, lo que implicaría un riesgo mucho mayor.

d) Características de equipos e instalaciones así como su mantenimiento.

El tipo de características, así como los criterios diseño para la selección del equipo a emplearse en el trasiego de GLP puede representar peligros por su mal funcionamiento o posible falla del mismo. Entre los equipos considerados riesgosos se encuentran:

- Tanques de almacenamiento (dos).
- Compresor (uno).
- Bombas (tres).

Un sistema aparte lo representan las líneas de distribución de GLP, pues la tubería requiere ciertas condiciones para mantener su hermeticidad, además de tener instalados accesorios de seguridad para la protección contra sobrepresiones que se pudiesen presentar en estas.

Asimismo, debido a las agresiones (desgastes, corrosiones, decadencias, etc.) a las que estarán expuestas diferentes partes de la instalación por su uso y por la acción de los factores internos (mantenimiento preventivo, correctivo, etc.) y externos (factores ambientales), se pueden producir averías que originarían condiciones inseguras. Por eso es evidente que el mantenimiento eficaz contribuye a la seguridad de la *instalación*, actividades importantes, por lo que la organización lleva a cabo un Programa de Mantenimiento Preventivo, donde se efectúan inspecciones periódicas de todos los elementos de la misma (con frecuencias mínimas o ajustadas a los análisis estadísticos de averías), con el fin de que la reparación o sustitución de aquellos elementos que ya no se encuentran en condiciones para seguir operando, se genere antes de que la avería se declare o genere mayor inconveniente.

e) Otras condiciones.

Existe una diversidad de factores que pueden hacer que los riesgos de una instalación sean mayores o menores, o de lo contrario potencializar sus posibles efectos. Estos dependerán de las características específicas de la instalación y en este caso, se establecerán mediante la información recopilada de la Memoria Técnica Descriptiva, así como los planos de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio, además de las visitas e inspecciones de campo que haga la Unidad de Verificación en materia de GLP a la planta.

Entre estos factores se encuentran los sistemas y equipos de seguridad empleados, las características del entorno (medio físico, natural y social) y la capacidad de respuesta del personal que labora en la planta, la cual no solo está en función de la capacidad de reacción de estos, sino de igual manera se condiciona por la capacitación que estos reciban a través del entrenamiento y/o los simulacros.

Identificación de peligros potenciales.

Explosión.

Una explosión de GLP se puede presentar por lo siguiente:

- Por fuga y/o escape súbito e ignición inmediata.
- Por la formación de una nube explosiva.
- Por la generación de una BLEVE (*boiling liquid expanding vapour explosion*). Es decir una explosión del tanque de almacenamiento por sobrecalentamiento y/o un accidente de proporciones mayores.

Una nube explosiva o nube de vapor no confinada se forma por la acumulación de GLP proveniente de una instalación en la cual existe una fuga en una determinada área, que al entrar en contacto con el aire, se mezcla formando la *UVCE* (*unconfined vapour cloud explosion*), la cual bajo condiciones adecuadas (dentro de los límites inferior y superior de inflamabilidad) y si encuentra una fuente de ignición la nube detona, liberando una gran cantidad de energía en forma de calor y como ondas de sobrepresión.

Las causas para la formación de una nube explosiva, en el ***sistema de trasiego*** de la planta son las siguientes:

- Acoplamiento deficiente entre el medio de transporte de GLP (semirremolque) y la línea de descarga que va hacia los tanques de almacenamiento
- Por fuga y/o escape súbito de las línea de distribución del *sistema de trasiego*, ya sea por falta de mantenimiento o falla de o los equipos, accesorios, instrumentos o válvulas instaladas.
- Fuga en los aditamentos del tanque de almacenamiento (coples para la instalación de instrumentos de medición del nivel, por ejemplo).
- Fuga en la o las válvulas por mal funcionamiento o deterioro de estas
- Ruptura de la tubería del *sistema de trasiego* por colisión.

Por otro lado, el fenómeno de BLEVE se genera cuando un recipiente que contiene un gas o líquido – en este caso GLP – a alta presión, si se sobrecalienta éste y origina que la sustancia se evapore o se expanda causando una sobrepresión interna, la cual puede ocasionar la ruptura violenta del mismo, liberando una gran cantidad de energía en forma de calor y sobrepresión. Este tipo de eventualidad es un caso especial de estallido de un recipiente sujeto a presión, en el que ocurre un escape tan repentino a la atmósfera del gas sobrecalentado.

La característica principal de la BLEVE es la expansión explosiva de toda la masa de líquido evaporada súbitamente, aumentando su volumen hasta 200 veces más; la causa de este accidente normalmente es debida a un incendio externo que envuelve al recipiente, debilitando sus paredes y produciendo a su vez una fisura o la ruptura del mismo.
Aunque es muy difícil que se presente este fenómeno son las siguientes:

- Sobrecalentamiento del tanque de almacenamiento.
- Incendio de origen externo que afecte a las instalaciones y en particular al tanque de almacenamiento.
- No tomar las precauciones adecuadas al efectuar algún mantenimiento.

Es importante considerar que debido al cambio masivo de fase (de líquido a vapor), provoca la explosión del depósito puesto que se supera la resistencia mecánica del mismo; cuyas consecuencias son devastadoras puesto que se genera una onda de sobrepresión, la cual se acompaña de la proyección de las partes que integran el tanque, asimismo si el líquido contenido es inflamable, se produce la ignición dando origen a la bola de fuego que se expandiría a medida que arde la masa de vapor.

Incendio.

Los incendios son otro tipo de accidentes que se puede llegar a suscitar, y que están asociados al manejo de una sustancia con propiedades inflamables como lo es el GLP; pudiendo desatarse los siguientes eventos, derivado la fuga o derrame de éste.

Incendio tipo *dardo de fuego.*

Este tipo de accidente, está relacionado tanto en las tuberías del sistema de trasiego como en los depósitos para el almacenamiento temporal de GLP (recipientes transportables y tanques de almacenamiento), en donde se genera la aparición de una pequeña fisura en las paredes, cuya consecuencia es la descarga del contenido formando un chorro a presión.
Si la fuga entrase en contacto con una fuente de ignición, el resultado será la formación de un incendio en forma de *chorro*, o conocido también como dardo de fuego o *Jet Fire*. Los efectos más nocivos y esperados, serían los derivados por la radiación térmica en el entorno del dardo.

Bola de fuego.

Este tipo de accidente, es el resultado de la mezcla de vapor con aire (particularmente con el oxígeno disponible en éste), y al entrar está mezcla en contacto con una fuente de ignición. La bola de fuego se caracteriza por la formación de dos zonas, la primera de ellas es interna y está constituida en su totalidad por combustible, mientras que la segunda zona es el producto de la mezcla del vapor con aire; que es donde ocurre la ignición.

Básicamente es la inflamación inmediata no diferida de una nube de gas (vapor) que se ha situado rápidamente en un espacio abierto, y como la capacidad de flotación se incrementa por el calor contenido en el gas, la nube incendiada tiende a elevarse, extenderse y tomar la forma esférica tan característica, que le otorga dicho nombre.

Llamarada o incendio de una nube inflamable.

Proveniente de la presencia de un material inflamable en la atmósfera, se produce cuando dentro de los límites de inflamabilidad del material se encuentra un punto de ignición provocando el encendido (combustión) de dicho material. El incendio provocado tiene una duración muy corta. Se conoce que dentro de las distancias determinadas por los límites de inflamabilidad, supone un 100 % de letalidad debido al contacto directo con las llamas.
Al estar en función de las condiciones del entorno puede llegar a inflamarse en zonas donde se encuentren los valores de interés, de manera que la distancia desde el punto de escape hasta otro que llegue al 50% del LII será considerada como criterio para la máxima distancia de letalidad.

3. Evaluación de peligros por medio de métodos cualitativos
Metodología What If…?

Introducción.

El análisis ¿Qué pasa sí? (*What If…?*) es una técnica que no requiere de métodos cuantitativos, y tal como señala el CENAPRED, no se necesita una planeación extensiva ya que hace uso de información específica de un proceso para así generar una serie de preguntas que son pertinentes para la evaluación durante el tiempo de vida de una instalación, asimismo para cuando se efectúan cambios al proceso o a los procedimientos de operación.

Ésta técnica es un método inductivo, la cual utiliza información específica de un proceso, en este caso del proceso operativo de una Planta de Distribución de GLP, en el cual se limitan al trasiego se GLP – para poder formular la serie de interrogantes que se han definido con base a las características propias del proceso en cuanto a la operación y funcionamiento en general de las instalaciones, desarrollando las respuestas y evaluando éstas, incluyendo una amplia gama de posibles consecuencias, puesto que se parte de la premisa ¿Qué pasa si…?.

Tal como señala el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), el *Análisis What If…?*, es un procedimiento de análisis de un proceso para identificar y evaluar qué podría salir o estar mal, básicamente mediante la resolución a preguntas clave (generadas por un grupo de expertos, así como por listas de verificación – *checklist* – apropiadas), lo cual permite hacer una identificación de protecciones contra estos eventos y estimar el riesgo contenido, además de sugerir las mejoras que sean pertinentes.

En la aplicación del método se utiliza la información técnica disponible de la Planta de Distribución de GLP propiedad de **Gas Lucon, S.A. de C.V.**, que en este caso corresponde tanto a los planos de los proyectos Civil, Mecánico, Eléctrico y Contra Incendio (servicios auxiliares estos últimos dos), además de la memoria técnico descriptiva y visitas en campo con la finalidad de verificar las condiciones en las que se encuentra la instalación, además de generar las preguntas clave de la lista de verificación y que las mismas sean acordes al proceso que se está analizando.

Como se ha mencionado, la técnica es ampliamente utilizada durante el tiempo de vida de la instalación o cuando se lleva a cabo modificaciones en el proceso, de igual manera es una herramienta que puede ser aplicada durante el proceso de diseño de una instalación nueva o previamente a la modificación de un proceso ya establecido, por lo que no se limita a casos en particular.

Justificación de la metodología What If…?

Para la operación de la Planta de Distribución de GLP se llevan a cabo únicamente operaciones de *trasiego* (transferencia de GLP de un recipiente a otro), por lo que el proceso es relativamente simple, limitándose a manejar el GLP mediante el sistema de trasiego, sin necesidad de efectuar reacciones químicas u operaciones unitarias.

Asimismo y de acuerdo a la naturaleza de las eventualidades que se podrían suscitar en la instalación y que están asociadas al manejo de GLP, además de la cantidad y calidad de la información disponible son las razones por las cuales se elige la Metodología o Técnica *What If…?*, la cual tiene como objetivo la evaluación de las condiciones peligrosas posibles.

Finalmente es menester mencionar que dentro de las ventajas que ofrece esta técnica o metodología, se encuentra la factibilidad para ser aplicada a cualquier proyecto, ya sea de nueva creación o en operación (como es el caso de la Planta de Distribución de GLP. propiedad de **Gas Lucon, S.A. de C.V.**), así como a posibles modificaciones de ésta; de igual manera se verifica que de acuerdo con la información de la que se dispone, la aplicación de la técnica se ajusta totalmente a ésta.

Descripción del What If…?

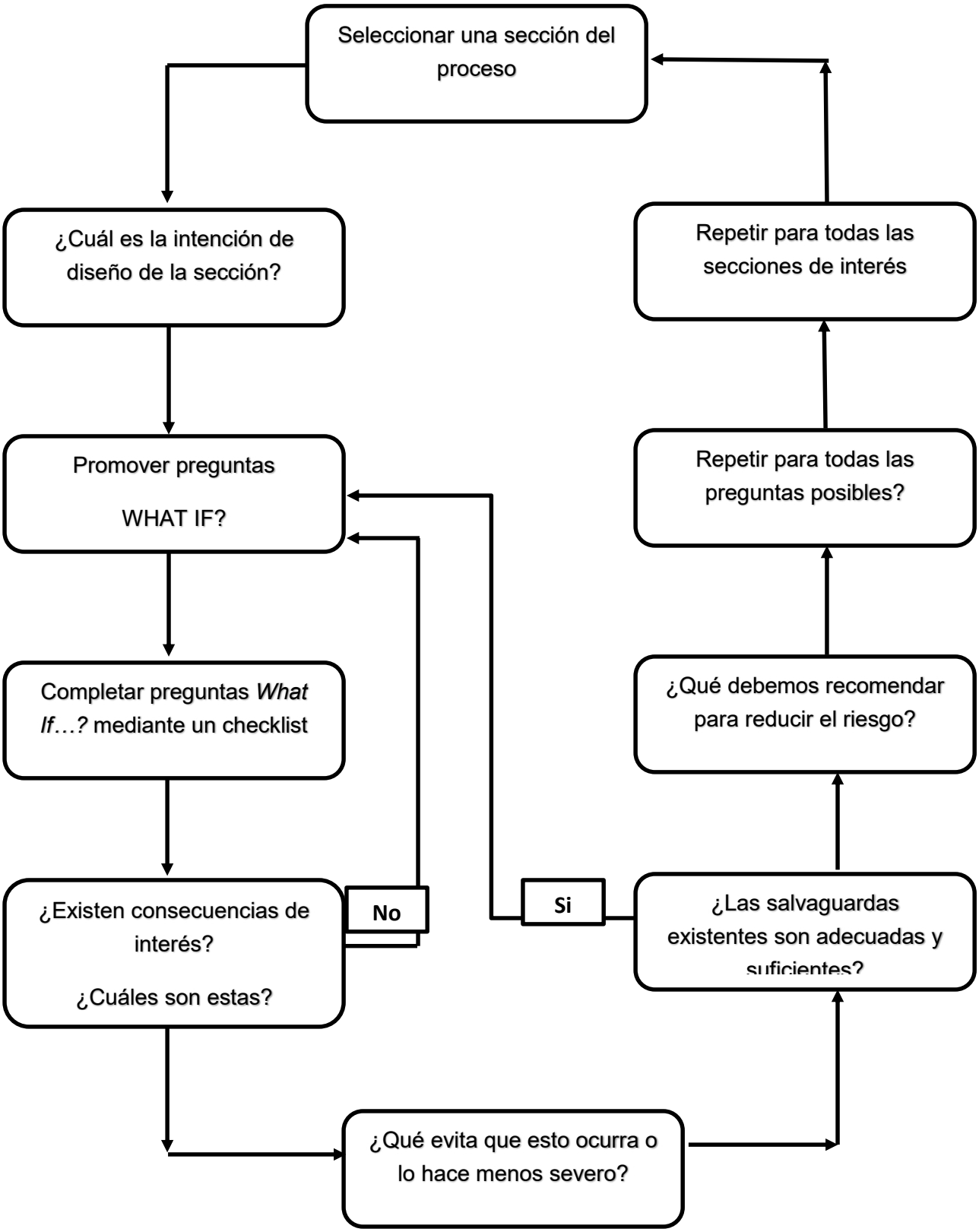
Como su nombre sugiere, el método consiste es cuestionar cuál sería el resultado por la presencia de sucesos indeseables que pudiesen provocar consecuencias adversas, por lo que para llevar a cabo la aplicación de éste es conveniente contar con documentación detallada de la *instalación* y de las actividades que en ella se llevan a cabo, la cual debe incluir los procesos, procedimientos operativos y en algunas ocasiones se hará uso de entrevistas directas con el personal de la misma.

Durante la aplicación de ésta técnica, se plantean posibles desviaciones que van desde el diseño, construcción, modificaciones al proceso o de las condiciones de operación de ésta, desviaciones en los procedimientos de operación y mantenimiento.

Es evidente que se requiere del conocimiento básico del sistema, por lo que en el caso de la *instalación*, se debe de caracterizar plenamente el *sistema de trasiego* y cualquier elemento perteneciente a la Planta de Distribución de GLP; para poder verificar las posibles desviaciones y las condiciones normales de ésta.

El resultado de la aplicación del análisis mediante la técnica What If…?, es una lista de los posibles escenarios de accidentes potenciales, las consecuencias de éstos, las medidas de prevención y/o mitigación con las que cuenta la planta así como las recomendaciones para reducir o minimizar las consecuencias de los mismos.

Básicamente los pasos a seguir para la identificación de riesgos a través de la técnica *What If…?* son los siguientes:


Seleccionar una sección del proceso
¿Cuál es la intención de diseño de la sección?
Promover preguntas WHAT IF?
Completar preguntas *What If…?* mediante un checklist
¿Existen consecuencias de interés?
¿Cuáles son estas?
No
Si
¿Qué evita que esto ocurra o lo hace menos severo?
¿Las salvaguardas existentes son adecuadas y suficientes?
¿Qué debemos recomendar para reducir el riesgo?
Repetir para todas las preguntas posibles?
Repetir para todas las secciones de interés

Fuente: IMP

Ámbito de aplicación.

Para el caso de la Planta de Distribución de GLP propiedad de **Gas Lucon*, S.A. de C.V.***, se aplicará a cada una de las áreas operativas de la misma así como a sus sistemas auxiliares (sistema contra incendio y eléctrico), siendo los de mayor relevancia:

- ***Zona de almacenamiento*** de ***GLP*** – Dos recipientes uno con capacidad de almacenamiento de 250,000 litros agua y otro con capacidad de 200,000 litros agua.

- Toma de recepción (descarga de ***semirremolques***), suministro (carga de ***auto-tanques***).

- ***Muelle de llenado de recipientes transportables*** (distribución de GLP, venta a usuarios finales).

- Servicios auxiliares, como son: ***Sistema contra incendio***, instalaciones eléctricas, además de aire de instrumentos.

Las preguntas que se formularán están en función de la siguiente terminología:

Terminología usada en un análisis WHAT IF?	
Intención del diseño	Propósito y función de la sección analizada
Preguntas	Retos a la intención de diseño, formulados con la frase: ¿Qué pasa sí…?
Consecuencia	Descripción de los efectos potenciales, asumiendo que las salvaguardas fallan
Salvaguardas	Medios o mecanismos existentes por los cuales las consecuencias o las causas pudieran evitarse.
Recomendaciones	Sugerencias para añadir o mejorar salvaguardas

Fuente: IMP

También se hace énfasis en la revisión de aquellos factores que no son posibles detectar mediante verificaciones visuales, esto con el fin de identificar los riesgos potenciales con base en los conocimientos y experiencia en instalaciones similares, así como para establecer las medidas de control que sean más adecuadas para la *instalación*.

Propósito del What If…?

La técnica del *What If…?*, incluye tres aspectos como parte de sus propósitos al aplicar el método como técnica del análisis de riesgo:

- Identificar condiciones y situaciones peligrosas que puedan resultar de barreras y controles inadecuados.

- Identificar aquellos eventos que pudieran desencadenar accidentes mayores.

- Generar las recomendaciones pertinentes a fin de minimizar el riesgo de la *instalación*, así como para mejorar las condiciones de operación.

- La aplicación del análisis *What If…?*, se enfocó en evaluar los peligros en la Planta de Distribución de GLP.

Preguntas típicas.

Para llevar a cabo la aplicación de la técnica *What If…?*, se realizan las siguientes preguntas típicas, mismas que son adaptadas a cada caso o área que se desea investigar en el interior de la *instalación*, siendo estas:

Preguntas típicas del Análisis WHAT IF?	
¿Qué pasa sí…	Un componente especifico falla en una condición específica?
¿Qué pasa sí…	Un parámetro de proceso específico (presión, flujo, nivel) es anormal?
¿Qué pasa sí…	Una acción específica de operación o mantenimiento se efectúa incorrectamente?
¿Qué pasa sí…	Un evento o condición externa ocurre?

Fuente: IMP

Tomando en cuenta las principales causas y consecuencias en procesos similares:

Evento	Fallas principales
Fuga en tanque de almacenamiento.	Falla en las válvulas. Falla en las bombas. Falla en el compresor. Falla en los accesorios de la tubería. Sobrepresión en el tanque.
Fugas en tuberías.	Falla en las válvulas. Falla en los coples. Falla en la soldadura. Ruptura de tubos.
Fugas en mangueras.	Falla en los coples. Falla en el dosificador. Ruptura de manguera. (fuertes, golpes, resquebrajamiento, maltrato)
Fugas durante la operación de suministro a equipos de combustión.	Falla en la línea. Falla en los reguladores de suministro de gas Errores de operación. Rotura de un elemento del sistema.

Clasificación y evaluación de peligros.

Con el intenso estudio de cada faceta y escenarios derivados del método ¿Qué pasaría si?, las posibilidades de fugas del GLP, fueron identificadas y jerarquizadas para conocer las potenciales consecuencias de gravedad que se tendrían tanto al personal como a las instalaciones y el ambiente.

La forma de análisis de evaluación de peligros usada en este análisis de riesgos de seguridad de funcionamiento fue originada de la matriz de análisis de riesgos, la cual fue tomada del "Guidance for Preparation of a Risk Managament and Prevention Program, California Office of Emergency and Response Commision of the State of California".

Esta matriz de análisis de riesgos consistió de probabilidad de fuga (A) y gravedad de consecuencias por causa de una fuga de sustancias químicas altamente peligrosas (B), Análisis del factor de fuga (A·B). Para varios niveles, probabilidad de fuga (A) y gravedad de consecuencias por causa de una fuga de sustancias químicas altamente peligrosas (B) son representadas por los valores siguientes:

Nivel	Probabilidad de una fuga (A)	Gravedad de las consecuencias (B)
Bajo	1	1
Mediano	2	3
Alto	4	5

I Criterio para Evaluar Valores

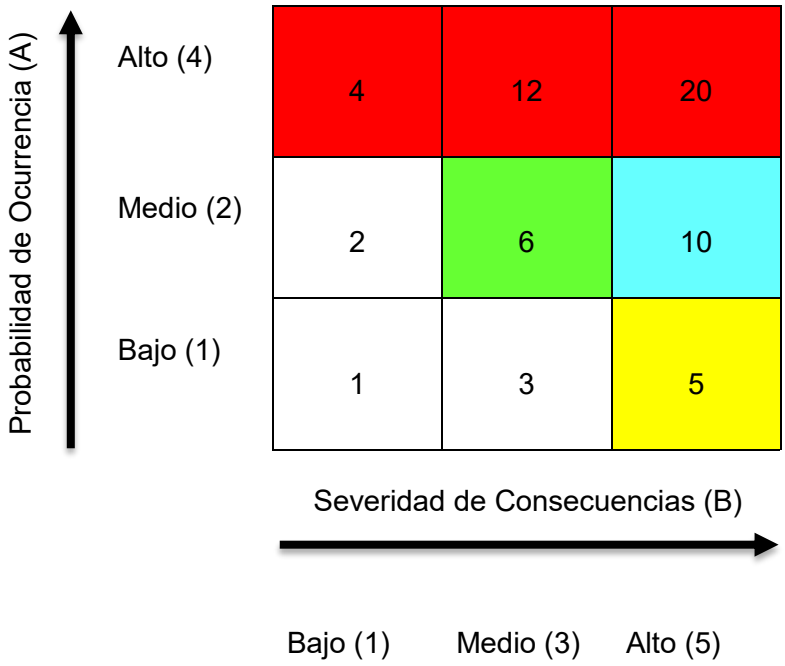
Probabilidad de una fuga (A)

Bajo	Cada 100 años, no esperado en esta planta, pero puede ocurrir.
Mediano	Cada 10 a 100 años, probablemente durante la vida de la planta.
Alto	Una vez cada 10 años.

Gravedad de consecuencias

Bajo	Resulta en problemas en operaciones o lesión singular, o daños a la propiedad menos de $100,000 (dólares E.U.)
Mediano	Resulta en lesiones múltiples, interrupción significativa de las operaciones, o daños a la propiedad entre $100,000 (dólares E.U.) y $ 1, 000,000 (dólares E.U.)
Alto	Resulta en muerte o daños a la propiedad, pérdidas de producción más de $ 1, 000,000 (dólares E.U.)

Matriz de Resultados



Factores de Análisis de Riesgo (A*B) Traducidos en las siguientes acciones:

Factor Análisis de Riesgo		
>8		Identifica situaciones de mayor importancia
6		Identifica situaciones de considerable importancia
5		Puede requerirse planeación para eventos creíbles
4, 12 o 20		Situaciones consideradas con alta probabilidad de ocurrencia Requerirá análisis de consecuencias fuera de sitio sobre esos escenarios

A continuación se anexa la aplicación de la metodología.

ANÁLISIS DE IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS APLICACIÓN DEL MÉTODO WHAT IF...?

GRUPO DE TRABAJO:	Área	FIRMA	FECHA
I.Q. Irma Corona Arellano	Análisis de riesgo		SEPTIEMBRE DE 2018
I.Q. Elizabeth E. Galindo Monterrosas.	Análisis de riesgo		
I.Q. Yazmin Toxtle Salazar.	Análisis de riesgo		
I.A. Ivonne Pintor Montalvo.	Análisis de riesgo		
I.M. Ismael Esteban Romero Jiménez.	Integridad mecánica		
Ing. Rubén Ruiz Ruiz	Diseño		

Área: Toma de recepción
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 490.

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
1	¿Qué pasa si por una mala conexión en la manguera, o bien, por no colocar las calzas a los semirremolques al momento de la descarga ocurriera el desprendimiento de la manguera que va de la toma de recepción al acoplador de llenado para líquido del semirremolque?	Liberación de material inflamable correspondiente al contenido de la manguera hasta el cierre de la válvula de exceso de 2" de diámetro La emisión instantánea de GLP se evaporará, formando una nube "puff" la cual en caso de encontrar una fuente de ignición podría generar una explosión de vapor no confinada.	Los semirremolques cuentan con válvulas de exceso de flujo que actuarán en caso de que el flujo derivado del desprendimiento de la manguera supere el flujo al cual la válvula se encuentra calibrada. Se cuenta con extintores tipo ABC de fosfato monoamónico, 1 junto a la toma de recepción y uno junto al compresor. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, uno a 58.32 m al norte, otro a 53.13 m al noroeste, otro a 13.23 m al oeste y el ultimo a 29.87 m al este de la toma de recepción. El sistema cubre el 100% del área. Paro de emergencia.	4	3	12	Colocar calzas de seguridad y conexión a tierra previamente a la descarga de semirremolques. El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos. Se recomienda la instalación de válvulas de doble no retroceso (pull away)	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones a realizarse de manera inmediata. Para la colocación y operación de los separadores mecánicos se estima un tiempo de **6 meses contados a partir de la resolución** de la MIA-ERA.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Toma de recepción Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 490.								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
2	¿Qué pasa si por una omisión por parte del chofer de la unidad no se percatara que existiera una falla en el acoplador ACME del semirremolque?	En caso de una falla mecánica en el acoplador para gas líquido ACME, ocurriría la liberación continua de GLP en fase líquida a través de la válvula de descarga del semirremolque. Liberación de material inflamable. Posible formación de nube inflamable con la consecuencia de que al formarse el incendio no se podría llegar a la válvula, por lo que el material envolvente del semirremolque se calentaría, por lo que al alcanzar la presión de 250 psig, la válvula de seguridad comenzaría a desfogar vapor. En caso de que el desfogue de vapor encuentre una fuente de ignición se produciría un dardo de fuego, en caso contrario el desfogue formará una nube de GLP que dentro de los límites de inflamabilidad puede formar una llamarada o una explosión.	Válvula de exceso de flujo y válvula de globo angular (operación manual) del semirremolque. Se cuenta con extintores tipo ABC de fosfato monoamónico, 1 junto a la toma de recepción y uno junto al compresor. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, uno a 58.32 m al norte, otro a 53.13 m al noroeste, otro a 13.23 m al oeste y el ultimo a 29.87 m al este de la toma de recepción. El sistema cubre el 100% del área. Paro de emergencia.	2	5	10	Los choferes de los semirremolques deberán apegarse en todo momento a los procedimientos operativos establecidos. Supervisión por parte del personal de la planta al momento de realizar esta operación. Mantener el área libre de materiales combustibles.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones a realizarse de manera inmediata.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Toma de recepción Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 490								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
3	¿Qué pasa si la cantidad de GLP liberado por la válvula de seguridad no sea lo suficiente para reducir la sobrepresión en el semirremolque y el incendio no ha sido controlado?	El recipiente del semirremolque continúa calentándose y se alcanza la temperatura límite de sobrecalentamiento, entonces se producirá la nucleación espontánea en toda la masa de líquido. La fase líquida comenzará a evaporase aumentando la presión interna del recipiente y si aunado a esto las válvulas de seguridad fallaran se presentaría una BLEVE.	El semirremolque cuenta con dos válvulas de seguridad. Se cuenta con extintores tipo ABC de fosfato monoamónico, 1 junto a la toma de recepción y uno junto al compresor. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, uno a 58.32 m al norte, otro a 53.13 m al noroeste, otro a 13.23 m al oeste y el ultimo a 29.87 m al este de la toma de recepción. El sistema cubre el 100% del área. Paro de emergencia.	2	3	6	Las válvulas de seguridad del semirremolque deberán estar protegidas contra la intemperie. Mantener vigente el dictamen de la NOM-007-SESH-2010. Vehículos para el transporte y distribución de gas l.p. Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento. Mantener el área libre de materiales combustibles. La cisterna o tanque de almacenamiento de agua debe contener, cuando menos, el 70% de su capacidad. Disponer de al menos dos equipos de protección personal para combate de incendio en buenas condiciones.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones a realizarse de manera inmediata.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de recepción Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 490								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
4	¿Qué pasa si durante la descarga el operador no abriera la válvula de globo recta de 2" que se encuentra en la línea de gas vapor?	Ligera sobrepresión en la línea debido a que el vapor tiene capacidad para comprimirse.	Paro de emergencia.	2	1	2	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones a realizarse de manera inmediata.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de recepción Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 490.								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
5	¿Qué pasa si durante la descarga el operador no abriera la válvula de cierre rápido de 2" que se encuentra en una de las líneas de gas líquido?	Golpe de ariete en la unión bridada de la válvula con posible formación de una fuga a través de éstas.	Las líneas por donde fluye gas líquido están protegidas, en los tramos donde pueda quedar atrapado el gas, con válvulas de relevo hidrostático de 1/2" de diámetro. Se cuenta con extintores tipo ABC de fosfato monoamónico, 1 junto a la toma de recepción y uno junto al compresor. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, uno a 58.32 m al norte, otro a 53.13 m al noroeste, otro a 13.23 m al oeste y el ultimo a 29.87 m al este de la toma de recepción. El sistema cubre el 100% del área. Paro de emergencia.	2	1	2	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. El operador deberá acatar en todo momento los procedimientos operativos establecidos.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones a realizarse de manera inmediata.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de recepción Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 490.								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
6	¿Qué pasa si existiera una transferencia lenta de gas vapor?	Retardo en el suministro de GLP al tanque de almacenamiento.	Ninguna.	2	1	2	Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. Colocar letrero de procedimiento de operación de la válvula de cuatro vías del compresor. Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el Gerente general: y de mantenimiento de la planta.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones a realizarse de manera inmediata. Acciones a realizarse de manera inmediata. Por su parte la bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de recepción
Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 490.

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
7	¿Qué pasa si durante la operación se sobrepresionara la tubería de gas líquido?	Presión alta en la línea podría provocar fuga de GLP en caso de que en algún elemento la hermeticidad no sea fiable. En caso de ocurrir una sobrepresión en un tramo de tubería en la cual se encuentre una válvula de relevo hidrostático, ésta se podría activar. En ambos casos, la liberación de GLP al ambiente ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.	Las líneas por donde fluya gas líquido están protegidas, en los tramos donde pueda quedar atrapado el gas, con válvulas de relevo hidrostático de 1/2" de diámetro. Se cuenta con extintores tipo ABC de fosfato monoamónico, 1 junto a la toma de recepción y uno junto al compresor. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, uno a 58.32 m al norte, otro a 53.13 m al noroeste, otro a 13.23 m al oeste y el ultimo a 29.87 m al este de la toma de recepción. El sistema cubre el 100% del área. Paro de emergencia.	2	1	2	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. El operador deberá apegarse en todo momento a los procedimientos operativos establecidos. Mantener el área libre de materiales combustibles.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones a realizarse de manera inmediata. Por su parte la bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de gas l.p., y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de recepción Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresores Corken 490.								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
8	¿Qué pasa si existiera gas en fase líquida atrapado en la tubería?	Ante una sobrepresión superior a los 28.13 kg/cm^2 la válvula de relevo hidrostático se podría activar. Liberación instantánea de gas lp al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.	Las líneas por donde fluya gas líquido están protegidas, en los tramos donde pueda quedar atrapado el gas, con válvulas de relevo hidrostático de 1/2" de diámetro. Se cuenta con extintores tipo ABC de fosfato monoamónico, 1 junto a la toma de recepción y uno junto al compresor. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, uno a 58.32 m al norte, otro a 53.13 m al noroeste, otro a 13.23 m al oeste y el ultimo a 29.87 m al este de la toma de recepción. El sistema cubre el 100% del área. Paro de emergencia.	2	1	2	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. El operador deberá apegarse en todo momento a los procedimientos operativos establecidos. Mantener el área libre de materiales combustibles.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones a realizarse de manera inmediata. Por su parte la bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de gas l.p., y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de recepción Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresores Corken 490.								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
9	¿Qué pasa si por una omisión se encontrara cerrada la válvula de exceso de flujo para líquido en la entrada al tanque de almacenamiento?	Ante la acumulación de gas en fase líquida y ante la posibilidad de sobrepresión en la tubería si se llegara a exceder la presión de calibración (28.13 kg/cm^2) la válvula de relevo hidrostático se podría activar. Liberación instantánea de gas lp al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.	Las líneas por donde fluya gas líquido están protegidas, en los tramos donde pueda quedar atrapado el gas, con válvulas de relevo hidrostático de 1/2" de diámetro. Se cuenta con extintores tipo ABC de fosfato monoamónico, 1 junto a la toma de recepción y uno junto al compresor. En la zona de almacenamiento se cuenta con otros 4 extintores con las mismas características además de dos extintores de carretilla de 60 kg de capacidad. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u. El sistema cubre el 100% del área de recepción y de almacenamiento Paro de emergencia.	2	1	2	Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. Mantener el área libre de materiales combustibles.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones a realizarse de manera inmediata. En cuanto a la evidencia de capacitación, esta no deberá exceder un tiempo de 2 años.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de recepción Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresores Corken 490.								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
10	¿Qué pasa si por la falta de supervisión durante la descarga al trasegar toda la fase líquida del semirremolque siguiera funcionando el compresor?	Se inyectaría vapor en la fase líquida del recipiente de almacenamiento favoreciendo la vaporización de éste dentro del recipiente.	La línea de líquido cuenta con un indicador visual de flujo tipo no retroceso (mirilla). Se cuenta con extintores tipo ABC de fosfato monoamónico, 1 junto a la toma de recepción y uno junto al compresor. En la zona de almacenamiento se cuenta con otros 4 extintores con las mismas características además de dos extintores de carretilla de 60 kg de capacidad. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u. El sistema cubre el 100% del área de recepción y de almacenamiento Paro de emergencia.	2	1	2	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acción a realizarse de manera inmediata. En cuanto a la evidencia de capacitación, esta no deberá exceder un tiempo de 2 años.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de recepción Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 490.								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
11	¿Qué pasa si el operador no ejecutara correctamente la operación de la válvula de 4 vías y la colocara en posición para cargar (suministrar) líquido?	Sobrepresión en la línea de gas líquido en el tramo donde se encuentra el indicador visual de flujo de tipo no retroceso.	Indicador de flujo tipo no retroceso. Se cuenta con extintores tipo ABC de fosfato monoamónico, 1 junto a la toma de recepción y uno junto al compresor. En la zona de almacenamiento se cuenta con otros 4 extintores con las mismas características además de dos extintores de carretilla de 60 kg de capacidad. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u. El sistema cubre el 100% del área de recepción y de almacenamiento Paro de emergencia.	2	1	2	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones a realizarse de manera inmediata. En cuanto a la evidencia de capacitación, esta no deberá exceder un tiempo de 2 años.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de recepción Operación: Trasiego de gas l.p. del semirremolque al tanque de almacenamiento mediante compresor Corken 490.								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
12	¿Qué pasa si el operador no ejecutara correctamente la operación de la válvula de 4 vías y la colocara en posición para recuperar vapores?	No se podría realizar la operación de descarga del semirremolque y se estaría inyectando vapor a la fase líquida del recipiente de almacenamiento temporal de GLP para la recuperación de vapores. Además que se favorecería la formación de vapor dentro del semirremolque.	En la línea de gas vapor de la toma de recepción se cuenta con una válvula de exceso de flujo de 2" de diámetro, una válvula de globo recta y una válvula de actuación remota con actuador neumático. Se cuenta con extintores tipo ABC de fosfato monoamónico, 1 junto a la toma de recepción y uno junto al compresor. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, uno a 58.32 m al norte, otro a 53.13 m al noroeste, otro a 13.23 m al oeste y el ultimo a 29.87 m al este de la toma de recepción. El sistema cubre el 100% del área. Paro de emergencia.	2	1	2	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones a realizarse de manera inmediata. En cuanto a la evidencia de capacitación, esta no deberá exceder un tiempo de 2 años.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Almacenamiento.
Operación: Almacenamiento temporal de gas l.p. en los recipientes cilíndricos horizontales de 250,000 y 200,000 litros de capacidad al 100 % agua.

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
13	¿Qué pasa si por la falta de supervisión o por una mala operación en el manejo de las válvulas de la fase vapor se sobrellenara el tanque de almacenamiento?	Cuando se alcanza un nivel igual al 85 % se activa la válvula de máximo llenado (venteo) la cual descargaría fase líquida a través de su vástago. En caso de un aumento en la temperatura ambiente existe peligro de sobrepresión en el recipiente debido a que sería imposible mantener la fase líquida. Ante la sobrepresión, el gas se empezaría a desfogar a través de una de las válvulas de seguridad montada en el aditamento múltiple, en caso de que la presión al interior no se estabilice el mecanismo del aditamento múltiple activará el secuenciado de válvulas. La liberación continua de GLP al ambiente a través de la válvula de seguridad da lugar a la formación de una pluma que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse.	Cada tanque cuenta con dos múltiples bridados marca Rego modelo A8547G de 102 mm (4") de diámetro. Cada múltiple cuenta con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149MG de 64 mm (2 ½") con capacidad individual de 307 m^3/min. Cada tanque cuenta con un medidor de tipo magnético para gas líquido marca Rochester modelo Magnatel de 25.4 mm de diámetro, un manómetro marca Metron con graduación de 0 a 21 kg/cm^2 y un termómetro Marcar Rochester con graduación de -20° C a 50°C. Dos válvulas de máximo llenado marca Rego modelo 3165 ubicadas al 85 y al 90 % de volumen. En la zona de almacenamiento se tienen 4 extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico. Adicional a estos, se cuenta con dos extintores de carretilla de 60 kg. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, uno a 46.61 m al norte, otro a 45.85 m al noroeste, otro a 18.91 al oeste y el ultimo a 24.37 m al este de la zona de almacenamiento. El sistema cubre el 100% del área. Cada tanque cuenta con dos tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba. El rociado se hace mediante boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. El tanque 1 cuenta con 56 boquillas y el tanque 2 cuenta con 46 boquillas. Las boquillas tienen un gasto de 29.52 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm^2.	2	1	2	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años. La creación del sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos, es de acción inmediata.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Almacenamiento. **Operación: Almacenamiento temporal de gas l.p. en los recipientes cilíndricos horizontales de 250,000 y 200,000 litros de capacidad al 100 % agua.**								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
14	¿Qué pasa si ante una sobrepresión en el tanque de almacenamiento fallará el secuenciado de apertura de las válvulas de seguridad montadas en el aditamento multiport?	Es casi imposible porque se tienen 4 válvulas de seguridad por cada aditamento multiport y en caso de que una de ellas no funcionara las otras entrarían en operación. Sin embargo, si a pesar de esto y por falta de mantenimiento o reemplazo de estas cuando ya han desfogado fallara el secuenciado se tendría sobrepresión en el tanque, existiendo la posibilidad de que al interior del recipiente se llegue a una presión superior a la de diseño lo cual podría provocar la falla mecánica del recipiente. En caso de falla mecánica, el GLP se liberaría en grandes cantidades lo cual provocaría expansión súbita de la fase líquida que se encontraba al interior, pudiéndose generar una BLEVE.	Cada tanque cuenta con dos múltiples bridados marca Rego modelo A8547G de 102 mm (4") de diámetro. Cada múltiple cuenta con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149MG de 64 mm (2 ½") con capacidad individual de 307 m^3/min. Cada tanque cuenta con un medidor de tipo magnético para gas líquido marca Rochester modelo Magnatel de 25.4 mm de diámetro, un manómetro marca Metron con graduación de 0 a 21 kg/cm^2 y un termómetro Marcar Rochester con graduación de -20° C a 50°C. Dos válvulas de máximo llenado marca Rego modelo 3165 ubicadas al 85 y al 90 % de volumen. En la zona de almacenamiento se tienen 4 extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico. Adicional a estos, se cuenta con dos extintores de carretilla de 60 kg. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, uno a 46.61 m al norte, otro a 45.85 m al noroeste, otro a 18.91 al oeste y el ultimo a 24.37 m al este de la zona de almacenamiento. El sistema cubre el 100% del área. Cada tanque cuenta con dos tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba. El rociado se hace mediante boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. El tanque 1 cuenta con 56 boquillas y el tanque 2 cuenta con 46 boquillas. Las boquillas tienen un gasto de 29.52 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm^2.	1	5	5	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años. La creación del sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos, es de acción inmediata.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Almacenamiento.
Operación: Almacenamiento temporal de gas l.p. en los recipientes cilíndricos horizontales de 250,000 y 200,000 litros de capacidad al 100 % agua.

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
15	¿Qué pasa si derivado de una explosión, un fragmento de un equipo o recipiente golpea al tanque de almacenamiento?	Liberación de material inflamable. A consecuencia de un golpe de un fragmento se perdería la integridad mecánica del recipiente dando lugar a la liberación instantánea de grandes cantidades de gas l.p. en estado líquido. El material liberado en caso de encontrar una fuente de ignición originaría la explosión BLEVE debido a la rápida expansión por la ebullición del líquido liberado.	Los recipientes de gas l.p. instalados en la planta se encuentran situados de tal forma que su ejes longitudinales no apuntan, ni a otros depósitos, ni a zonas con riesgos de incidencia. De conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002 cada cinco años se realiza** la medición ultrasónica de espesores a los recipientes tipo no portátil que contienen gas l.p. En la zona de almacenamiento se tienen 4 extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico. Adicional a estos, se cuenta con dos extintores de carretilla de 60 kg. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, uno a 46.61 m al norte, otro a 45.85 m al noroeste, otro a 18.91 al oeste y el ultimo a 24.37 m al este de la zona de almacenamiento. El sistema cubre el 100% del área. Cada tanque cuenta con dos tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba. El rociado se hace mediante boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. El tanque 1 cuenta con 56 boquillas y el tanque 2 cuenta con 46 boquillas. Las boquillas tienen un gasto de 29.52 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm^2.	1	5	5	Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el responsable general y de mantenimiento de la planta. Mantener evidencia del mantenimiento realizado a equipo de emergencia. (extintores y sistema de agua a presión) Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. Deberá realizar la medición ultrasónica de espesores al recipiente cada cinco años de conformidad con lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002. En el año 2022 le corresponde a ambos tanques. Mantener el área libre de materiales combustibles.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas La bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de gas l.p., y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales. La medición ultrasónica de espesores del recipiente deberá realizarse en octubre de 2022. Últimos dictámenes: Tanque 1: dictamen No. EUT-013-065/2017 de fecha 27 de Octubre del 2017 realizado por unidad de verificación Ing. Miguel Ángel Viazcán UVSELP-160-C. Tanque 2: dictamen No. EUT-013-066/2017 de fecha 28 de Octubre del 2017 realizado por unidad de verificación Ing. Miguel Ángel Viazcán UVSELP-160-C.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Almacenamiento.
Operación: Almacenamiento temporal de gas l.p. en los recipientes cilíndricos horizontales de 250,000 y 200,000 litros de capacidad al 100 % agua.

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
16	¿Qué pasa si existiera un incendio a los alrededores de la zona de almacenamiento?	Sobrepresión en el tanque. Ante la sobrepresión, el gas se empezaría a desfogar a través de una de las válvulas de seguridad montada en el aditamento múltiple, en caso de que la presión al interior no se estabilice el mecanismo del aditamento múltiple activará el secuenciado de válvulas. La liberación continua de GLP al ambiente a través de la válvula de seguridad da lugar a la formación de una pluma que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse.	Cada tanque cuenta con dos múltiples bridados marca Rego modelo A8547G de 102 mm (4") de diámetro. Cada múltiple cuenta con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149MG de 64 mm (2 ½") con capacidad individual de 307 m^3/min. Cada tanque cuenta con un medidor de tipo magnético para gas líquido marca Rochester modelo Magnatel de 25.4 mm de diámetro, un manómetro marca Metron con graduación de 0 a 21 kg/cm^2 y un termómetro Marcar Rochester con graduación de -20° C a 50°C. Dos válvulas de máximo llenado marca Rego modelo 3165 ubicadas al 85 y al 90 % de volumen. En la zona de almacenamiento se tienen 4 extintores del tipo ABC de fosfato monoamónico. Adicional a estos, se cuenta con dos extintores de carretilla de 60 kg. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u, uno a 46.61 m al norte, otro a 45.85 m al noroeste, otro a 18.91 al oeste y el ultimo a 24.37 m al este de la zona de almacenamiento. El sistema cubre el 100% del área. Cada tanque cuenta con dos tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba. El rociado se hace mediante boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería. El tanque 1 cuenta con 56 boquillas y el tanque 2 cuenta con 46 boquillas. Las boquillas tienen un gasto de 29.52 L.P.M. y a una presión de 3 kg/cm^2.	2	3	6	Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el responsable general y de mantenimiento de la planta. Mantener evidencia del mantenimiento realizado a equipo de emergencia. (extintores y sistema de agua a presión) Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal seleccionado para el combate contra incendio de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Mantener el área libre de materiales combustibles. La cisterna o tanque de almacenamiento de agua deberá contener cuando menos, el 70% de su capacidad. Disponer de al menos dos equipos de protección personal para combate de incendio en buenas condiciones.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas La bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de gas l.p., y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales. La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Corken 1022 o Blackmer LGL3E

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
17	¿Qué pasa si el operador no verifica las condiciones físicas (volumen/presión/temperatura) en el interior del auto-tanque previo a realizar la carga de GLP?	Sobrellenado del auto-tanque, generando una sobrepresión dentro del recipiente, lo que conllevaría al desfogue la válvula de seguridad. Una incorrecta nivelación de presiones causaría una sobrepresión en el auto-tanque y la apertura de la válvula de seguridad. Temperatura mayor incremento en la presión dentro del recipiente. Liberación instantánea de GLP al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.	Los auto-tanques cuentan con indicador de nivel, manómetro y termómetro. El auto-tanque cuenta con válvula interna, constituida por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre rápido, con accionamiento a control remoto. La toma 1 en la línea que conduce gas-liquido cuenta con válvula de exceso de flujo, válvula manual de globo recta y una válvula de actuación remota con actuador neumático. La toma 2 en la línea que conduce gas-liquido cuenta con válvula de exceso de flujo, una válvula de actuación remota con actuador neumático, válvula manual de globo recta y válvula de no retroceso Tanto en el auto-tanque como la toma de suministro se cuenta con extintores manuales tipo ABC de fosfato monoamónico. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u. El sistema cubre el 100% de las áreas de suministro. Paro de emergencia.	2	1	2	Si cualquiera de estas variables se encuentra fuera de rango, el operador deberá suspender la operación. Asimismo se deberá llevar un control de estas mediciones, mediante el llenado de una “Hoja de Control”. Mantener los originales del mantenimiento preventivo y correctivo del que sean objeto los auto-tanques, de acuerdo a su Programa de Mantenimiento establecido. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación. Llevar registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, exceso de flujo, no retroceso y de llenado del recipiente no transportable del auto-tanque a fin de que estas no tengan una antigüedad mayor de once años a partir de su fecha de fabricación o de diez años a partir de su fecha de instalación. Mantener vigente el Dictamen de conformidad con la NOM-007-SESH-2010.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Ante un sobrellenado el operador deberá **inmediatamente suspender el trasiego.** **Acción inmediata:** Elaborar “Hojas de Control”. La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años. El registro del tiempo de vida útil deberá llevarse a cabo de **inmediato.** El Dictamen de conformidad con la NOM-NOM-007-SESH-2010 deberá **renovarse de manera anual.**

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de suministro para auto-tanques. **Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Corken 1022 o Blackmer LGL3E**								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/ Tiempo de ejecución**
18	¿Qué pasa si durante el trasiego de GLP a los auto-tanques, el chofer no apagara el motor y no se bloquearan las llantas del vehículo e inesperadamente este se moviera?	Se tendría el desprendimiento de manguera. Fractura del punto de fractura y válvula de globo recta de 2" de diámetro. Fuga de GLP. La emisión instantánea de GLP se evaporará, formando una nube "puff" la cual en caso de encontrar una fuente de ignición podría generar una explosión de vapor no confinada.	La toma 1 en la línea que conduce gas-liquido cuenta con válvula de exceso de flujo, válvula manual de globo recta y una válvula de actuación remota con actuador neumático. La toma 2 en la línea que conduce gas-liquido cuenta con válvula de exceso de flujo, una válvula de actuación remota con actuador neumático, válvula manual de globo recta y válvula de no retroceso El auto-tanque cuenta con válvula interna, constituida por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre rápido, con accionamiento a control remoto. Se cuenta con extintores tipo manual ABC de PQS, uno en cada toma de suministro y 1 junto a cada bomba. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u. El sistema cubre el 100% de las áreas de suministro. Paro de emergencia.	4	3	12	El operador deberá de llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. • Apagar el motor. • Colocar la tierra para descargar la energía estática acumulada. • Colocar calzas a las ruedas del auto-tanque. Mantener el área libre de materiales combustibles. Se recomienda la instalación de válvulas de doble no retroceso (pull away)	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones a realizarse de manera inmediata. Para la colocación y operación de los separadores mecánicos se estima un tiempo de **6 meses contados a partir de la resolución** de la MIA-ERA.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Corken 1022 o Blackmer LGL3E

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/ Tiempo de ejecución
19	¿Qué pasa si la válvula de exceso de flujo no cierra oportunamente ante el súbito desprendimiento de la manguera de trasiego?	Fuga de GLP contenida del desprendimiento de la manguera hasta donde se encuentra la bomba en caso de que las válvulas de actuación remota tampoco funcionen Liberación instantánea de GLP al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.	La toma 1 en la línea que conduce gas-liquido cuenta con válvula de exceso de flujo, válvula manual de globo recta y una válvula de actuación remota con actuador neumático. La toma 2 en la línea que conduce gas-liquido cuenta con válvula de exceso de flujo, una válvula de actuación remota con actuador neumático, válvula manual de globo recta y válvula de no retroceso El auto-tanque cuenta con válvula interna, constituida por una válvula de exceso de flujo integrada a una válvula de cierre rápido, con accionamiento a control remoto. Se cuenta con extintores tipo manual ABC de PQS, uno en cada toma de suministro y 1 junto a cada bomba. Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM c/u. El sistema cubre el 100% de las áreas de suministro. Paro de emergencia.	2	1	2	El operador deberá de llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. • Apagar el motor. • Colocar la tierra para descargar la energía estática acumulada. • Colocar calzas a las ruedas del auto-tanque. Mantener el área libre de materiales combustibles. Se recomienda la instalación de válvulas de doble no retroceso (pull away)	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones a realizarse de manera inmediata. Para la colocación y operación de los separadores mecánicos se estima un tiempo de **6 meses contados a partir de la resolución** de la MIA-ERA.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Corken 1022 o Blackmer LGL3E

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
20	¿Qué pasa si el operador no realiza la apertura de las válvulas de alimentación al auto-tanque o la válvula de paso de la toma de suministro y se encuentra en operación la bomba?	Se tendría un incremento en la presión de GLP en las líneas de conducción y se abrirían las válvulas de relevo hidrostático. Liberación instantánea de GLP al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.	Válvula de retorno automático (By-pass). Junto a cada bomba se tiene instalado un extintor de PQS de 9 kg de capacidad. Paro de emergencia.	2	1	2	Incluir el mantenimiento al By-pass dentro del Programa de Mantenimiento Preventivo. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón. El personal que realice las operaciones de trasiego deberá confirmar la apertura de válvulas del sistema entre la toma de suministro y el auto-tanque que recibirá el gas licuado de petróleo. Llevar registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, exceso de flujo, no retroceso y de llenado del recipiente no transportable del auto-tanque a fin de que estas no tengan una antigüedad mayor de once años a partir de su fecha de fabricación o de diez años a partir de su fecha de instalación.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Operador del área. Recomendaciones de acción inmediata.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de suministro para auto-tanques. Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Corken 1022 o Blackmer LGL3E								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
21	¿Qué pasa si existiera una restricción en la tubería de entrada a la bomba?	Causaría vaporización del líquido y cavitación dentro de la misma. Ocurriría una caída de presión, la cual provocaría un mal funcionamiento en la bomba.	No se tienen restricciones en la tubería de entrada a la bomba.	1	1	1	Verificar el diseño, operación e instalación de accesorios.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acción inmediata.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de suministro para auto-tanques. **Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Corken 1022 o Blackmer LGL3E**								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
22	¿Qué pasa si se instalarán los accesorios restrictivos o codos cerca de la apertura de entrada a la bomba?	Aumentaría la cavitación en la bomba. Se tendría una caída de presión. Podría ocurrir una turbulencia en el flujo.	No se tienen instalados accesorios restrictivos cerca de la apertura de entrada a la bomba.	1	1	1	Verificar el diseño, operación e instalación de accesorios.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acción inmediata.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Corken 1022 o Blackmer LGL3E

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
23	¿Qué pasa si se instala un reductor concéntrico en la entrada de la bomba?	Aumentaría la cavitación. Existiría un mal funcionamiento de la bomba. Ocurriría una caída de presión. Existiría una acumulación de vapor que puede inferir en el funcionamiento de la misma.	No se tienen instalados accesorios reductivos cerca de la apertura de entrada a la bomba.	1	1	1	Verificar el diseño y la instalación de la bomba. Debe usarse siempre un reductor excéntrico, cuando se reduce el diámetro de la tubería a la entrada de la bomba, y cuando exista la posibilidad de que dentro de la misma haya gas o aire. El reductor debe instalarse con la parte recta hacia arriba.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Considerar la recomendación si fuera el caso.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Corken 1022 o Blackmer LGL3E

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
24	¿Qué pasa si en la instalación se inclina la tubería hacia arriba en dirección a la bomba?	Cavitación de la bomba. Existiría vaporización en la tubería de entrada a la bomba.	Se tiene una válvula de retorno automático (By-pass).	1	1	1	Verificar el diseño y la instalación de la bomba. En la instalación se debe hacer un desnivel en la tubería de una o dos pulgadas, en diez pies de longitud entre la bomba y el tanque de almacenamiento, ya que permitirá que el gas fluya hacia el tanque y sea reemplazado por el líquido.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Considerar la recomendación si fuera el caso.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Corken 1022 o Blackmer LGL3E

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
25	¿Qué pasa si existiera una gran cantidad de líquidos en largas tuberías (mayor de 15 m) a la entrada de la bomba?	Existiría un mal funcionamiento, esta cavitaría. Se tendría una vaporización continua por largo tiempo durante el cual la bomba está llena de vapor.	La tubería de entrada a la bomba es menor de 15 m. Se tiene una válvula de retorno automático (By-pass). Paro de emergencia.	1	1	1	Verificar el diseño y la instalación del sistema de conducción.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Considerar la recomendación si fuera el caso.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Corken 1022 o Blackmer LGL3E

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
26	¿Qué pasa si la bomba no girara?	Posible vibración. Daños a la bomba por sobrecalentamiento del motor. Retardo en la operación.	Ninguna.	1	1	1	Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el responsable general y de mantenimiento de la planta. Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas La bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Tomas de suministro para auto-tanques.
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento a toma de suministro para auto-tanques mediante bombas Corken 1022 o Blackmer LGL3E

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
27	¿Qué pasa si existiera un calentamiento del motor o sobrecarga del interruptor?	Daños a la bomba por sobrecalentamiento del motor. Retardo en la operación.	Paro de emergencia.	1	1	1	Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el responsable general y de mantenimiento de la planta. Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas La bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Muelle de llenado-Múltiple de llenado. Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento al múltiple de llenado de recipientes transportables mediante la bomba Blackmer LGLD2.								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
28	¿Qué pasa si las válvulas de paso para el control de trasiego de gas líquido para llegar al múltiple de llenado no se encuentran abiertas y el operador pone en marcha la bomba?	Sobrepresión en la línea de conducción de GLP. Apertura de la válvula de relevo hidrostático. Liberación instantánea de GLP al ambiente que ante una fuente de ignición puede explotar y/o inflamarse, siempre y cuando esta se encuentre dentro de sus límites de explosividad.	Válvula de retorno automático (By-pass) Válvulas de relevo hidrostática. La presión de apertura mínima es de 28.13 kg/cm². Un extintor del tipo PQS junto a la bomba Blackmer LGLD2 y dos en el muelle de llenado. Paro de emergencia.	2	1	2	El operador deberá de llevar a cabo la operación de trasiego en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón. Llevar registros del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, exceso de flujo, no retroceso y de llenado del recipiente no transportable del auto-tanque a fin de que estas no tengan una antigüedad mayor de once años a partir de su fecha de fabricación o de diez años a partir de su fecha de instalación.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones inmediatas.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Muelle de llenado-Múltiple de llenado.
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento al múltiple de llenado de recipientes transportables mediante la bomba Blackmer LGLD2.

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
29	¿Qué pasa si se rebasa el flujo máximo de llenado de los recipientes transportables?	Sobrellenado del recipiente transportable. Apertura de la válvula de seguridad del recipiente transportable por exceso de llenado. Emisión instantánea de GLP se evaporará, formando una nube "puff" la cual en caso de encontrar una fuente de ignición podría generar una explosión de vapor no confinada.	Sistema de llenado automático. Válvula de cierre con actuador eléctrico (solenoide). Se cuenta con dos extintores de PQS de 9 kg de capacidad en el muelle de llenado Se cuenta con sistema de vaciado de cilindros	2	1	2	En caso de tener un recipiente transportable sobrellenado, este no deberá enviarse a los camiones repartidores, ni arrojarlo a la atmósfera. Lo conveniente será transferirlo a otro cilindro vacío. Es decir: Invertir el cilindro sobrellenado, colocándolo de manera que quede más alto que el otro recipiente al cual se va a transferir. Por gravedad o diferencia de altura, el gas pasará de un cilindro a otro. Mantener el área libre de materiales combustibles.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acciones inmediatas en caso de presentarse esta situación.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Muelle de llenado-Múltiple de llenado.
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento al múltiple de llenado de recipientes transportables mediante la bomba Blackmer LGLD2.

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
30	¿Qué pasa si por un error en el procedimiento de llenado de un recipiente transportable se desprendiera la punta pol del acoplador de llenado?	Fuga de material inflamable. Se considera que es una emisión instantánea debido a que se obtura la salida del GLP por medio de una válvula de cierre rápido. La masa fugada en caso de encontrar una fuente de ignición en el área puede originar una explosión en la misma.	Válvula de cierre rápido de ½" de diámetro y válvula de globo de ½" Paro de emergencia. Se cuenta con dos extintores de PQS de 9 kg de capacidad en el muelle de llenado Asimismo, se tienen instalados cuatro hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno. Uno a 27.06 m al norte, otro a 26.74 m al oeste, otro a 33.82 m al sur y el último a 37.20 al sureste. Estos cubren el área del muelle de llenado.	2	3	6	Eliminar fuentes de ignición. Realizar acciones de emergencia. • Detener el bombeo y cerrar todas las válvulas de almacenamiento que este suministrando. • Desconectar el interruptor de corriente eléctrica y activar la alarma. • Atacar el fuego (extintores e hidrantes). • Retirar hasta donde sea posible los cilindros cercanos al fuego. • Desalojar el área. Mantener evidencia de la capacitación impartida al personal dedicado a las operaciones de trasiego de acuerdo con su Programa Anual de Capacitación.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas La evidencia de capacitación no deberá exceder un tiempo de 2 años.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Muelle de llenado-Múltiple de llenado.
Operación: Trasiego de gas l.p. en fase líquida de almacenamiento al múltiple de llenado de recipientes transportables mediante la bomba Blackmer LGLD2.

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
31	¿Qué pasa si por falta de inspección del estado que guardan los recipientes transportables o bien por el mal manejo de dichos recipientes, uno de estos presentara falla en la soldadura del fondo (uniones) durante el llenado?	Se provocaría el desfonde del tanque, debido a la presión que se ejerce al realizar el llenado del recipiente transportable. Fuga del contenido total del recipiente transportable de GLP. con formación de una nube inflamable y explosiva.	Sistema de llenado automático. Válvula de cierre rápido de ½" de diámetro Se cuenta con dos extintores de PQS de 9 kg de capacidad en el muelle de llenado	2	3	6	Los recipientes portátiles propiedad de la planta deben cumplir en su totalidad con lo establecido en los puntos **4**, **5**, **6** y **7** de la NOM-011/1-SEDG-1999, en relación a la valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes portátiles, instrumentos de medición, marcado y pintura. Los recipientes portátiles para Gas L.P., fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil máxima de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados del servicio e inutilizados.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Acción inmediata.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Servicios auxiliares. Energía eléctrica. Operación: Mantener la operación óptima y continua de la planta.								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
32	¿Qué pasa si el suministro de electricidad de la red pública (CFE) falla debido a algún corte, irregularidad o descarga?	Ninguno. En caso de fallo de la red de energía eléctrica, la maquinaría quedaría fuera de operación. Retraso en las operaciones de trasiego.	Se tienen controles manuales para el cierre de líneas del sistema de trasiego y evitar fugas de GLP.	2	1	2	Realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el suministro de electricidad, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Recomendación de acción inmediata. La factibilidad de la planta generadora la determinará la unidad de verificación en la materia de instalaciones eléctricas.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Servicios auxiliares. Energía eléctrica. Operación: Mantener la operación óptima y continua de la planta.								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
33	¿Qué pasa si durante las operaciones en planta se suscitara una fuga de GLP. y que ésta se disperse rápidamente sin que se advierta de ésta y entrase en contacto con las cajas de registro del cableado del alumbrado?	En caso de que los registros no se encuentren adecuadamente ensamblados se tiene el peligro de una pequeña explosión debido a la latente fuente de ignición (chispas).	Se cuenta con instalaciones eléctricas a prueba de explosión APDE, lo cual implica que los accesorios son capaces de soportar la explosión que pueda ocurrir en el interior sin que ésta afecte a otros equipos o accesorios. En la planta se cuenta con un extintor manual de 9 kg de capacidad de dióxido de carbono, el cual es adecuado para conatos de incendio en instalaciones eléctricas.	2	1	2	Revisión que los ensambles de las cajas de del registro de tubo conduit del cableado se encuentre perfectamente sellado. Realizar procedimientos de mantenimiento seguro a las instalaciones eléctricas conforme a lo establecido en la NOM-029-STPS-2011. Realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de eventos que impliquen equipos eléctricos.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Recomendaciones de acción inmediata.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Servicios auxiliares. Red contra incendio. Operación: Brindar protección en caso de incendio.								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
34	¿Qué pasa si el suministro de electricidad de la red pública (CFE) falla en el momento en que el sistema contra incendio está operando?	Ninguno. En caso de fallo de la red de energía eléctrica, la bomba del motor eléctrico quedaría fuera de operación pero entraría en función el generador eléctrico.	Se cuenta con otro bomba con motor eléctrico de 60 HP acoplada al sistema contra incendio Se cuenta con un generador eléctrico solo para las bombas del ECI.	2	1	2	Mantener evidencia del mantenimiento realizado a equipo de emergencia. (extintores y sistema de agua a presión) Realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el suministro de electricidad, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Recomendaciones de acción inmediata. La factibilidad de la planta generadora la determinará la unidad de verificación en la materia de instalaciones eléctricas.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Servicios auxiliares. Red contra incendio. Operación: Brindar protección en caso de incendio.								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
35	¿Qué pasa si la red de agua a presión del sistema contra incendio falla?	No se podría atender una emergencia de fuga o incendio en planta, lo cual podría provocar que la situación se escale o se torne más insegura.	La planta de distribución cuenta con extintores manuales de 9 kg de polvo químico seco (fosfato monoamónico) y dos de carretilla de 60 kg ubicados en la zona de almacenamiento.	1	3	3	Contemplar la instalación de una bomba jockey con la finalidad de mantener la presión del sistema.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas La instalación de una bomba Jockey se estima un tiempo de **6 meses contados a partir de la resolución de** la MIA-ERA.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Servicios auxiliares. Red contra incendio. Operación: Brindar protección en caso de incendio.								
No.	**¿Qué pasa si?**	**Peligro Consecuencia**	**Protecciones**	**A**	**B**	**FAR**	**Recomendaciones**	**Responsable/Tiempo de ejecución**
36	¿Qué pasa si la red de agua a presión del sistema contra incendio fallara por falta de suministro en la cisterna?	No se podría atender una emergencia de fuga o incendio en planta, lo cual podría provocar que la situación se escale o se torne más insegura.	La planta de distribución contará con extintores manuales de 9 kg de polvo químico seco (fosfato monoamónico) y dos de carretilla de 60 kg ubicado en la zona de almacenamiento.	1	3	3	Mantener la capacidad de la cisterna como mínimo al 70% de su nivel máximo.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas Recomendación de acción inmediata.

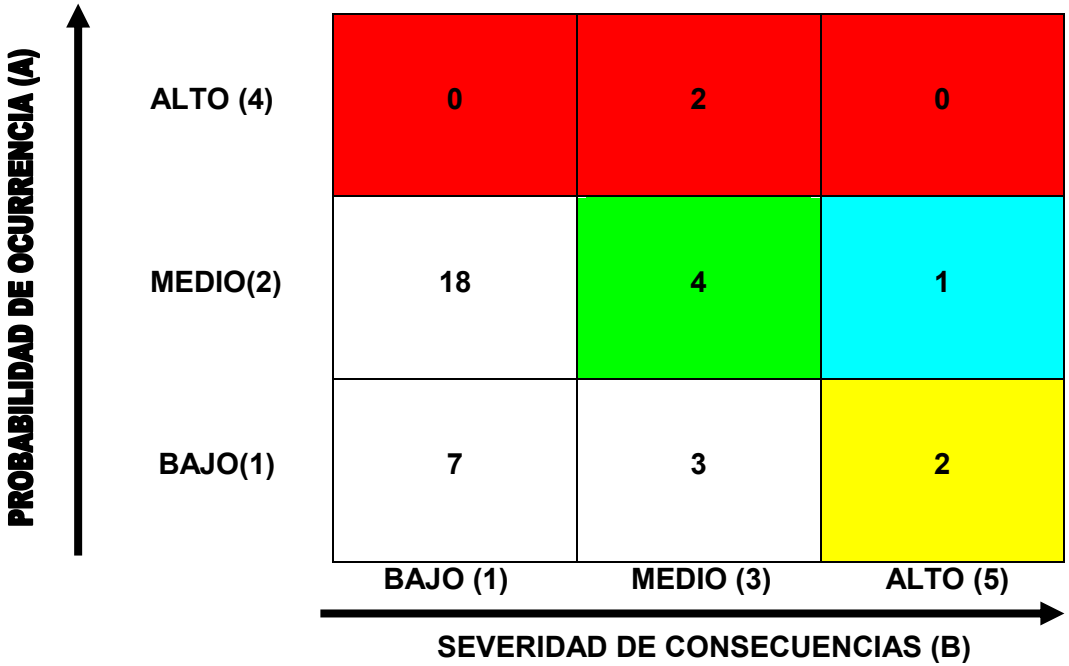
P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Área: Servicios auxiliares. Aire de instrumentos.
Operación: Mantener la operación óptima y continua de la planta.

No.	¿Qué pasa si?	Peligro Consecuencia	Protecciones	A	B	FAR	Recomendaciones	Responsable/Tiempo de ejecución
37	¿Qué pasaría si el sistema de aire de instrumentos fallara?	El diafragma que desplaza el obturador de alguna válvula, no funcionará, lo que ante una emergencia conllevaría a la fuga de GLP y a la formación de una nube de vapor inflamable y/o explosiva.	La planta en todo el sistema de trasiego de gas l.p., tendrá instaladas válvulas de operación manual de tipo globo recta para una presión de hasta 28 kg/cm^2.	1	3	3	Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual debe estar firmada por el Gerente general: y de mantenimiento de la planta. Mantener los originales de los Programas de Mantenimiento de los sistemas de trasiego y mantenimiento en general. Realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el sistema de aire, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta y que implique el paro de las operaciones de trasiego en caso de que dicho evento ocurra.	Gerente de operaciones: Ing. Victor Purimarino Posadas La bitácora deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la U.V. en materia de GLP, y firmada por el responsable de mantenimiento de la planta cada 8 días naturales. Además deberá elaborar un plan de atención a emergencias que considere los eventos emanados del presente estudio. Además de colocar letreros donde se indiquen los procedimientos de arranque y paro de las bombas del sistema contra incendio.

P= Probabilidad (A), C= Consecuencia (B), FAR= Factor de análisis de riesgo A X B.

Interpretación de la Matriz de Resultados



Factores de Análisis de Riesgo (AXB) traducidos en las siguientes acciones:

Factor Análisis de Riesgo		
>8		Identifica situaciones de mayor importancia.
6		Identifica situaciones de considerable importancia.
5		Puede requerirse planeación para eventos creíbles.
4, 12 o 20		Situaciones consideradas con alta probabilidad de ocurrencia. Requerirá análisis de consecuencias fuera de sitio sobre esos escenarios002E

4. Determinación de los escenarios de riesgo.

Número de caso propuesto por la metodología WHAT IF	Número de escenario a evaluar	Factor Análisis de Riesgo (A X B)	Etapa de operación	Indicador	Probabilidad de ocurrencia (A)	Severidad de consecuencias (B)
1	**1**	**12**	Recepción de semirremolques	Situación de alta probabilidad de ocurrencia	**Alta** (Una vez cada 10 años.)	**Media** Resulta en lesiones múltiples, interrupción significativa de las operaciones, o daños a la propiedad entre 100,000 y 1,000,000 (dólares E.U.)
2	**2**	**10**	Recepción semirremolques	Situación de mayor importancia	**Media** (Cada 10 a 100 años, probablemente durante la vida de la planta)	**Alta** Resulta en muerte o daños a la propiedad, pérdidas de producción más de $ 1,000,000 (dólares E.U.)
3	**3**	**6**	Recepción semirremolques	Situación de considerable importancia	**Media** (Cada 10 a 100 años, probablemente durante la vida de la planta)	**Media** Resulta en lesiones múltiples, interrupción significativa de las operaciones, o daños a la propiedad entre 100,000 y 1,000,000 (dólares E.U.)
18	**4**	**12**	Suministro a auto-tanques	Situación de alta probabilidad de ocurrencia	**Alta** (Una vez cada 10 años.)	**Media** Resulta en lesiones múltiples, interrupción significativa de las operaciones, o daños a la propiedad entre 100,000 y 1,000,000 (dólares E.U.)

Número de caso propuesto por la metodología WHAT IF	Número de escenario a evaluar	Factor Análisis de Riesgo (A X B)	Etapa de operación	Indicador	Probabilidad de ocurrencia (A)	Severidad de consecuencias (B)
14	**5**	**5**	Almacenamiento	Situación que requiere planeación para eventos creíbles	**Baja** (Cada 100 años, no esperado en esta planta, pero puede ocurrir.)	**Alta** Resulta en muerte o daños a la propiedad, pérdidas de producción más de $ 1,000,000 (dólares E.U.)
15						
16	**6**	**6**	Almacenamiento	Situación de considerable importancia	**Media** (Cada 10 a 100 años, probablemente durante la vida de la planta)	**Media** Resulta en lesiones múltiples, interrupción significativa de las operaciones, o daños a la propiedad entre 100,000 y 1,000,000 (dólares E.U.)
30	**7**	**6**	Llenado de recipientes transportables	Situación de considerable importancia	**Media** (Cada 10 a 100 años, probablemente durante la vida de la planta)	**Media** Resulta en lesiones múltiples, interrupción significativa de las operaciones, o daños a la propiedad entre 100,000 y 1,000,000 (dólares E.U.)
31	**8**	**6**				

5. Eventos que pudieran suscitarse en la Planta de Distribución de Gas L.P.

Evento 1
Área: Recepción.

Considerando que existiera una sobretensión en la manguera que va de la descarga del semirremolque – a través de la válvula de cierre rápido al acoplador de llenado para gas líquido – hacia la toma de recepción de la instalación.

Lo anterior podría ser provocado por un error humano como podría ser:

- Una mala conexión de la manguera, o errores humanos (desapego de los procedimientos operativos).
- No colocar las calzas a los semirremolques al momento de la descarga, lo que ocasionaría el movimiento del mismo, pudiéndose zafar la manguera.
- Arranque de la unidad (semirremolque), sin antes haber sido debidamente desconectada.

La masa fugada de GLP, corresponde al contenido de la manguera hasta la válvula de emergencia con actuador neumático. La emisión instantánea de GLP se evaporará, formando una nube "puff" la cual en caso de encontrar una fuente de ignición podría generar una explosión de vapor no confinada.

Evento 2
Área: Recepción.

Si ocurriera una falla en la válvula de descarga del semirremolque se originaría una fuga continua de GLP, si esta fuga se incendiara sería difícil controlarla debido a la dirección de la llama. Esta llama estaría dirigida hacia el suelo, por lo que ésta se esparciría en forma radial, lo que impediría llegar hasta la válvula. El semirremolque se calentaría a causa de la acción del fuego. Como esta fuga se llevaría a cabo en la parte inferior del tanque, las llamas calentarían la parte del recipiente donde se encuentra la fase líquida de GLP.

Pero debido a que el punto de ebullición del GLP es menor que el punto de fusión del metal, el líquido absorberá la mayor parte del calor generado, mientras que la temperatura de la parte metálica aunque se eleva, se estabiliza dentro de límites seguros.

En tanto subirá la temperatura de la fase líquida hasta que comienza a evaporarse, esto aumentará la presión interna del recipiente. *Cuando la presión alcance cierto valor, entrará en funcionamiento la válvula de seguridad.* La capacidad mínima de descarga de la válvula de alivio para el recipiente es de 223.349 m^3/min.

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. a través de la válvula de seguridad se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), o bien, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor evolucione aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga dando origen a una explosión con efectos mecánicos.

Si bien, la ignición retardada de la emisión continúa de gas l.p. a través de la válvula de seguridad provocaría una llamarada, esta ocurriría a la altura del origen de la emisión, dado que

la nube de vapor formada se dispersará corriente abajo del punto de emisión con densidad superior a la del aire, por lo que tiende a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire, por lo que la concentración inicial de la nube a la altura del punto de emisión disminuirá conforme va *"descendiendo"*.

Evento 3
Área: Recepción.

Si el recipiente del semirremolque continúa calentándose y se alcanza la temperatura límite de sobrecalentamiento se producirá la nucleación espontánea en toda la masa de líquido. Cuando la válvula de seguridad no pueda aliviar la presión creciente, seguirá aumentando la presión hasta que sobrepase la resistencia del recipiente, entonces ésta fallará por la parte más débil y como resultado se producirá una BLEVE.

Se considera que al producirse la BLEVE se vacía el semirremolque, el cual contiene gas líquido en 80% de su capacidad aproximadamente (según el reglamento de distribución de Gas L. P.), esto es, contiene 38,000 litros – ya que se considera un semirremolque de capacidad total por 47,500 litros –. Se toma en cuenta este porcentaje debido a que en el semirremolque se encuentra un espacio vacío que en este caso corresponde al volumen que ocupa el gas en fase vapor, el cual es de un 20% de la capacidad del tanque.

Evento 4
Área: Suministro.

Si un auto-tanque estuviera cargando GLP y por error se arrancara, existiría una ruptura en la manguera y fractura de las válvulas de globo recta, provocando una fuga de GLP en fase líquida, equivalente al que se encuentra atrapado en la tubería, la cual tendrá 3 m. y un diámetro de 51 mm, así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración que se están bombeando **530 L/min**.

En el diseño de las plantas la conexión de las mangueras que van a los vehículos de suministro, están conectadas a un punto de fractura, y estos a su vez, a una válvula de globo recta, previendo la posibilidad de que se arrancara y el punto de fractura de la línea se rompiera (lo cual debe suceder en estos casos), se tendría una fuga que sería la capacidad nominal de la tubería, considerando además, medio minuto debido a que, cuando se opera el punto de fractura automáticamente se para el equipo, por lo que se considera este tiempo razonable para realizar la modelación.

Por las características del incidente, la masa fugada de GLP es emitida a la atmósfera mediante dos mecanismos: emisión de chorro horizontal y emisión instantánea.

La primera de ellas se refiere a la emisión de GLP en fase líquida producto del funcionamiento de la bomba durante un tiempo de medio minuto y que trabaja a razón de 530 L/min. La segunda se refiere a la emisión por la liberación de GLP en fase líquida del contenido de la manguera y de la tubería a la descarga de la bomba cuando ésta entra en paro.

Se considera que por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cual dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o a una llamarada o ambas.

Evento 5
Área: *Almacenamiento*

Debido a un incendio cerca del área de almacenamiento ocurre el calentamiento de la superficie del tanque. A consecuencia del calentamiento y de la incidencia directa de las llamas sobre el área donde se encuentra la fase vapor, la presión interna puede llegar a alcanzar la presión de diseño de las válvulas de seguridad que se encuentran acopladas en a los aditamentos múltiples.

Cada múltiple contiene 4 válvulas de relevo de presión (válvulas de seguridad), sin embargo, los cálculos de capacidad de desfogue se realizan tomando en cuenta sólo 3 válvulas dado que la cuarta es colocada para poder realizar el cambio de válvulas sin dejar fuera de operación el recipiente.

La capacidad de desfogue de cada una de las válvulas es de 307 m^3/min, según lo indicado en la memoria técnico descriptiva del proyecto mecánico.

Ante una ignición rápida de la emisión continua de gas l.p. a través de la válvula de seguridad se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire), o bien, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor evolucione aumentando la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga dando origen a una explosión con efectos mecánicos.

Si bien, la ignición retardada de la emisión continúa de gas l.p. a través de la válvula de seguridad provocaría una llamarada, esta ocurriría a la altura del origen de la emisión, dado que la nube de vapor formada se dispersará corriente abajo del punto de emisión con densidad superior a la del aire, por lo que tiende a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire, por lo que la concentración inicial de la nube a la altura del punto de emisión disminuirá conforme va *"descendiendo"*.

Evento 6
Área: Almacenamiento

a) (BLEVE del tanque de Almacenamiento)

Considerando el evento 2, en el que ocurre la BLEVE del semirremolque, suponiendo que durante este suceso, existe una explosión, y por lo tanto la fragmentación del semirremolque, cuyas partes salen expulsadas con gran fuerza, uno de estos fragmentos golpea el tanque de almacenamiento, provocando el agujeramiento de éste, y consecuentemente, una fuga, misma que al entrar en contacto con el fuego desprendido del semirremolque, encenderá también, calentando el líquido contenido en dicho tanque de almacenamiento, lo que después de algunos minutos, provocará una BLEVE.

Es de mencionar con gran énfasis, que debido a que su principal objetivo es la venta de este combustible para los cálculos solicitados se considerará que su contenido está al **80%**, ya que en el caso del evento catastrófico de la BLEVE **es más probable que se presente un evento de esta índole cuando el tanque no está lleno.** De la situación planteada se propondrá suponiendo que impacta al recipiente de almacenamiento de **250,000 litros volumen agua al 100%, pero por seguridad** se considera que éste se encuentra al **80 %** de su capacidad al momento del accidente, esto es **200,000 litros.** De igual forma se propone el evento suponiendo que impacta un recipiente de almacenamiento de **200,000 litros volumen agua al**

100%, el cual se encuentra al **80 %** de su capacidad al momento del accidente, esto es **160,000 litros.**

Se consideran los efectos producidos por la sobrepresión derivada de la BLEVE del tanque de almacenamiento, tomando en cuenta los niveles de 10.0 lb/plg^2, 3.0 lb/plg^2, 1.0 lb/plg^2 y 0.5 lb/plg^2.

b) (Radiación Térmica)

Cálculo de la cantidad de radiación térmica que provoca el hecho de que en el tanque de almacenamiento ocurra una BLEVE.

En este caso se determina la distancia a la cual se tendrían niveles de radiación térmica de 11,250 BTU/h·ft^2 (37.5 kw/m^2), 3,750 BTU/h·ft^2 (12.5 kw/m^2), 1500 BTU/h·ft^2 (5 kw/m^2) y 440 BTU/h·ft^2 (1.4 kw/m^2) que producen las afectaciones indicadas en la tabla de tolerancias presentada.

Evento 7

Área: ***Muelle de Llenado***

Si debido a un error por parte del operador durante la colocación del acoplador de llenado de un recipiente éste se desprendiera se originaría una fuga de GLP en fase líquida. En estos casos, el obturado de la fuga se hace con el cierre de la válvula de cierre rápido, por lo tanto la cantidad fugada es la equivalente a la atrapada en la manguera de 13 mm.

Evento 8

Área: ***Muelle de Llenado***

Si al estar llenando un ***recipiente transportable*** con 30 kg de capacidad, debido al desgaste del material de éste en la soldadura del fondo, además de la presión que se ejerciera en el momento del llenado, se provocaría el desprendimiento del tanque, provocando con esto una fuga instantánea del contenido total de éste (30 kg de ***GLP***).

Se considera un tiempo de respuesta de un minuto, pero hay que tomar en cuenta que éste es sobrestimado, ya que al desfondarse el recipiente transportable, el gas fugado se evapora y se dispersa instantáneamente (caso más desfavorable en el ***muelle de llenado de recipientes de almacenamiento***).

La masa fugada de GLP en fase líquida, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cual dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o a una llamarada o ambas.

6. Identificación del evento máximo probable y catastrófico utilizando la metodología ÁRBOL DE FALLAS.

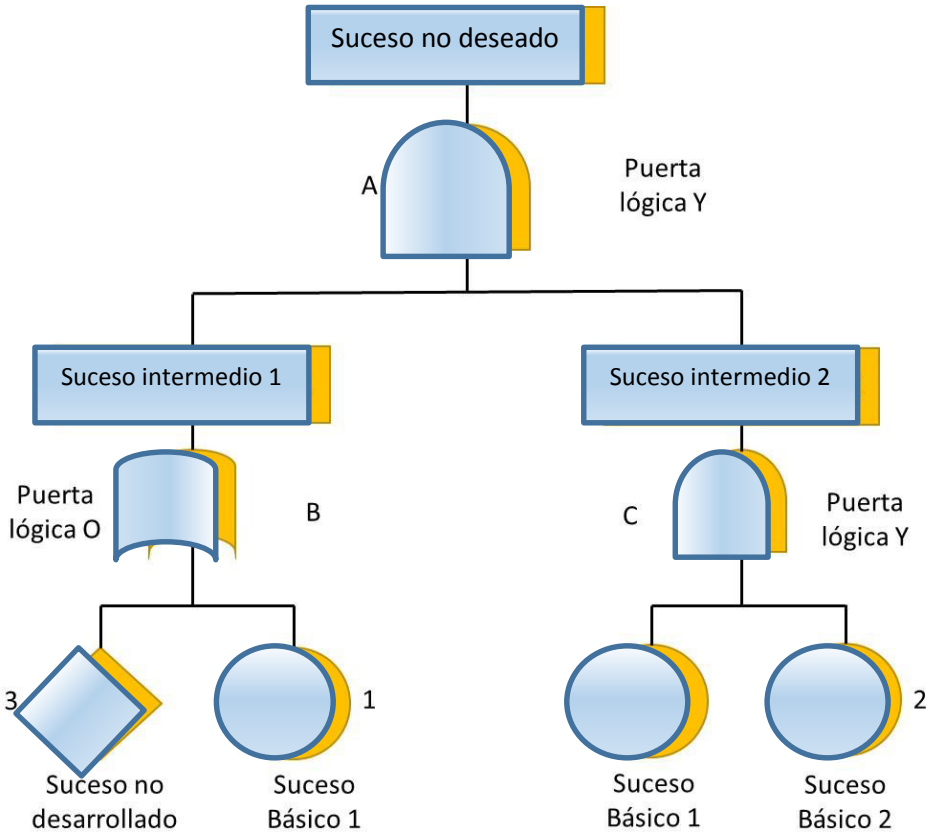
ÁRBOL DE FALLAS. *(FTA. Fault Tree Analysis*)

El análisis detallado de frecuencias tiene como objetivo la estimación de la probabilidad o la frecuencia de las situaciones (consecuencias) no deseadas identificadas durante la evaluación cualitativa de riesgos.

El Árbol de Fallas, es una técnica deductiva que asume que un evento indeseado (evento tope y/o máximo) ha ocurrido y busca los elementos contribuyentes (eventos básicos), ya sean éstos fallas de equipo, errores humanos o eventos externos. En la aplicación de ésta técnica se construye un diagrama lógico (árbol de fallas) que utiliza símbolos de álgebra Booleana, donde las ramas del árbol de fallas representan combinaciones de eventos capaces de ocasionar un evento tope y/o máximo.

Este método de evaluación analiza diversos aspectos de riesgo y es capaz de evaluar su magnitud y su probabilidad, por lo que se considera un método de evaluación cualitativo y cuantitativo.

Como método cuantitativo el árbol de fallas nos permite evaluar la probabilidad de pérdida y compararla con la magnitud de la pérdida, acciones que por tradición se han venido haciendo intuitivamente en la industria, sin la cuantificación de las probabilidades, de tal manera que difícilmente se toma una decisión con el pleno conocimiento de falla.



Representación del árbol de fallas

Construcción del árbol de fallas

El árbol de fallas es un diagrama lógico en el cual cada evento o condición se muestra como una consecuencia lógica de la combinación de otros eventos o condiciones.

Pueden existir tres tipos de falla las cuales son:

- Fallas primarias: Aquellas en las que el componente es incapaz de desempeñar su función de diseño y bajo condiciones normales de operación.
- Fallas secundarias: Aquellas causadas por fuerzas o efectos ajenos al sistema.
- Fallas de mando: Aquellas que ocurren cuando el componente falla por condiciones de proceso excesivas.

Para obtener un árbol de fallas adecuado es necesario contar con un diagrama de flujo que muestre todos los equipos involucrados, líneas de flujo, conexiones de arranque y auxiliares, elementos primarios de instrumentación, etc.

Para elaborar un árbol de fallas se sigue un procedimiento inductivo: desde los sucesos capitales (SC) hasta los sucesos básicos, iniciadores o causales (SB).

Algunos de los símbolos usados en el desarrollo del árbol de fallas se muestran a continuación:

- ***Evento Tope.*** El símbolo usado para indicar eventos indeseados es un rectángulo.
- ***Compuerta "O" y Compuerta "Y".*** Un símbolo para una compuerta "O" es usado para indicar que cualquiera de los sub eventos que sucedan, ocasionarán que el evento inmediatamente arriba de la compuerta ocurra. Un símbolo para una compuerta "Y" es usado para indicar que cuando todos los sub eventos ocurren simultáneamente, estos ocasionarán que el evento inmediatamente arriba de la compuerta ocurra.
- ***Evento no desarrollado****.* Las causas secundarias son puntos de paro escogidos porque no hay necesidad de información adicional y su símbolo es un diamante.
- ***Evento externo****.* El símbolo usado para indicar algo que "siempre" está ocurriendo o que "nunca ocurre" es una casa.
- ***Evento condicionante****.* Un ovalo es utilizado para indicar condiciones adicionales o situaciones que deben estar presentes en las compuertas a las cuales esta adherido, para permitir que el evento arriba de la compuerta ocurra.
- ***Evento básico.*** El símbolo usado para indicar una causa primaria o fundamental de un evento indeseado es un círculo.

La secuencia para la construcción del árbol de fallas es:

- Definir el evento máximo (falla del sistema de interés)
- Definir los límites y condiciones iniciales
- Definir la estructura del árbol
- Seguir el flujo de las fallas
- Hacer el árbol de fallas adecuado al propósito del estudio

Los pasos que anteceden al análisis cuantitativo en la aplicación de los árboles de falla son:

- Definir el sistema a ser analizado
- Construir el modelo lógico (árbol de fallas)
- Análisis cualitativo

Simbología de los Eventos Usados en la Construcción de Árboles de Fallas

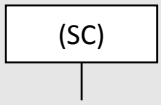
Se emplean símbolos lógicos para expresar relaciones e interacciones. A continuación se definen las más usuales:

Relación causa – efecto: líneas _____

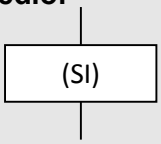
Sucesos:

SC: Suceso capital, de cabecera o complejo.
SI: Suceso intermedio.
SB: Suceso básico iniciador, causal o sencillo.
SND: Suceso no desarrollado porque no hay información o porque no se considera necesario. Se procesa como un SB.
SN: Suceso normal (condiciones operativas normales de diseño) o externo. Se procesa como un SB.

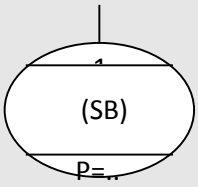
Suceso capital:



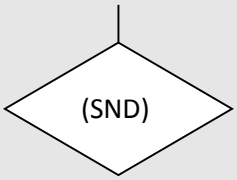
Suceso intermedio:



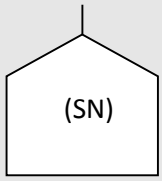
Suceso básico iniciador o causal:



Suceso no desarrollado:



Suceso normal o externo:

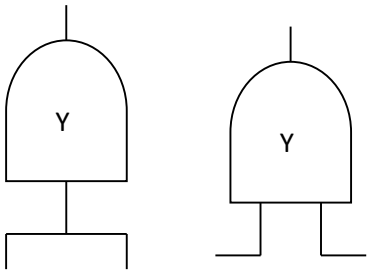


Interacciones entre sucesos: Puertas lógicas.

La puerta "Y":

Para que ocurra el suceso inmediatamente superior deben ocurrir ***todos*** los sucesos conectados por la parte inferior del símbolo.

La probabilidad compuesta transmitida por la salida superior del símbolo es igual al *producto* de las probabilidades individuales que acceden o conectan por la parte inferior del mismo. La probabilidad se parte a través de una puerta "y": el producto de dos factores menores que 1 es aún menor.

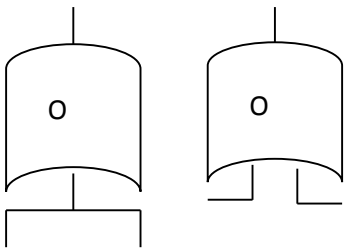


PUERTAS "Y"

La puerta "O":

Para que ocurra el suceso inmediatamente superior basta que ocurra cualquiera de los sucesos conectados por la parte inferior del símbolo.

La probabilidad compuesta transmitida por la salida superior del símbolo es igual a la *suma* de las probabilidades individuales que acceden o conectan por la parte inferior del mismo. La probabilidad se transmite entera a través de una puerta "o".

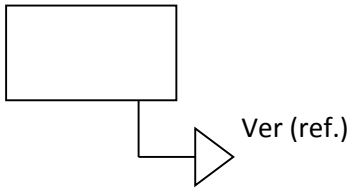


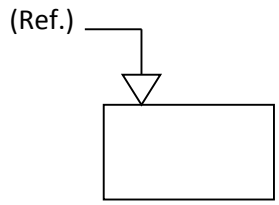
PUERTAS "O"

Símbolos de transferencia:

Se utilizan para enviar, de unas hojas a otras, partes de los árboles de fallas. Suelen añadirse a un suceso intermedio.

Principal (remite a:)





Con base en la memoria técnica descriptiva de la planta de distribución de Gas L.P. y los planos de la ingeniería de detalle, se identificaron las siguientes áreas de riesgo:

- Toma de recepción de GLP.
- Almacenamiento de GLP.
- Toma de suministro de GLP.
- Muelle de llenado.

De manera general se puede definir que los "*eventos tope"* para la operación de la Planta de Almacenamiento para Distribución de gas L.P. son:

1. Fuga y explosión en el área de recepción de Gas L.P.
2. Fuga y explosión en el área de suministro de Gas L.P.
3. Explosión en el área de almacenamiento de Gas L.P. (tanque de 125 m^3, tanque de 110 m^3)
4. Fuga y explosión en el muelle de llenado de recipientes transportables.

La asignación de probabilidades se realizó con base en la siguiente tabla de valores:

Probabilidad de fallo		
Orden de magnitud	**Calificación**	**Frecuencia probable**
10^{-1}	Muy probable	Puede ocurrir en cualquier momento.
10^{-2}	Probable	Ha ocurrido o puede ocurrir varias veces al año
10^{-3}	Medianamente probable	Ha ocurrido en un año
10^{-4}	Improbable	No se ha presentado en 5 años
10^{-5}	Remotamente probable	No se ha presentado en 10 años
10^{-6}	Muy improbable	No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo.

FUENTE: MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL EN PLANTAS QUÍMICAS, J.M STORCH DE GACIA, PÁG 322.

NOTA$_1$: Los datos de fiabilidad para asignar la probabilidad de ocurrencia y las que se manejan en el árbol de fallas fueron obtenidos de diferente bibliografía, al final del estudio se presenta la bibliografía correspondiente.

NOTA$_2$:Esta metodología se realiza para hacer conciencia de que la probabilidad de ocurrencia es muy baja, casi improbable de que suceda, sin embargo, es importante incrementar medidas de seguridad, para disminuir radios de afectación. Las medidas de seguridad se enlistan en los apartados VI.5.1 del presente estudio.

Se anexa a continuación su aplicación.

Con base en la **identificación y evaluación** de los posibles riesgos (latentes y/o potenciales) en la *instalación* propiedad de ***Gas Lucon, S.A. de C.V.*** a través del "método generalizado" del tipo semi – cuantitativo ***What If...?*** y de su posterior **jerarquización** con el **Árbol de Fallas** se obtienen los eventos máximos identificados:

No.	Evento	Probabilidad de ocurrencia
1	Explosión de una nube de vapor no confinada en el área de recepción de GLP (toma de recepción: descarga de ***semirremolques)***.	4.44 x 10 $^{-5}$ (No se ha presentado en 10 años)
2	Explosión de una nube de vapor no confinada en el área de recepción de GLP (válvula de seguridad del semirremolque) se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire).	2.0 x 10^{-10} (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo)
3	Explosión tipo BLEVE del ***semirremolque*** (explosión mecánica del recipiente tipo no transportable) para el transporte de ***GLP***.	1.66 x 10 $^{-16}$ (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo)
4	Explosión de una ***nube de vapor no confinada*** en el área de suministro (toma de suministro) de GLP.	5.66 x 10 $^{-5}$ (No se ha presentado en 10 años)
5	Explosión de una nube de vapor no confinada en el área de almacenamiento de GLP (válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento) se tendría la formación de un dardo de fuego (Jet Fire).	2.0 x 10^{-10} (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo)
6	Explosión tipo BLEVE de un ***recipiente de almacenamiento*** de la ***instalación***, cuya capacidad es de 250,000 litros al 100% o de 200,000 litros al 100%	41.15 x 10 $^{-27}$ (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo)
7	Explosión de una nube de vapor no confinada en el área de llenaderas de los recipientes transportables	4.22 x 10 $^{-5}$ (No se ha presentado en 10 años
8	Explosión de una nube de vapor no confinada en el ***muelle de llenado***, por la fuga de la masa contenida en un ***recipiente transportable*** de 30 kg de capacidad.	8 x 10 $^{-9}$ (No se ve posibilidad de que ocurra el riesgo)

NOTA: La **probabilidad de ocurrencia** de los eventos **3, 6, y 8** se consideró como **Muy Improbable (No se ve posibilidad que ocurra el riesgo),** ya que el orden de magnitud rebasa los valores establecidos en la tabla de **"Probabilidades de Fallo"**.

Eventos máximos probables:

De acuerdo a las **probabilidades de ocurrencia** que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que cuenta la planta de distribución de gas l.p. es difícil que se presente un evento que pueda generar un riesgo. Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan **mayor probabilidad de ocurrencia *(respecto a los demás),*** como son los eventos **1, 4, 7 y 8**. Pero en caso de presentarse, estos eventos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

Evento catastrófico:

Si bien, la probabilidad el evento **3** es prácticamente improbable, este es considerado como el **evento iniciador** que desencadena el evento **6** (BLEVE del tanque), el cual es considerado el evento catastrófico por ser éste el evento que tiene en consideración la capacidad máxima de almacenamiento. El evento es muy sobrestimado, ya que tiene una probabilidad muy baja, sin embargo, es posible su ocurrencia. Además es importante mencionar que en caso de llevarse a cabo el evento 3 ocurriría el evento **2** y en caso de llevarse a cabo el evento 6 se llevara a cabo el evento **5.**

Es importante mencionar que las instalaciones de la planta de gas contarán con todas las medidas de seguridad para evitar que ocurran dichos eventos, por lo que se presentan como eventos sobrestimados, para poder predecir los posibles daños críticos.

Además, es necesario aclarar que aunque se realizan los cálculos del evento catastrófico, estos resultan ser sobrestimados, ya que como se mencionó anteriormente su probabilidad es muy baja, y si consideramos que:

*RIESGO = PROBABILIDAD (FRECUENCIA) * DAÑO*

Aunque el daño puede resultar un tanto significativo, la probabilidad es tan baja que el riesgo es mínimo. Si evaluáramos estrictamente el riesgo de manera matemática, referente al evento catastrófico, tenemos:

$$Probabilidad = \frac{CERO - BLEVE - en - empresas - privadas}{En - 100 - años}$$

$$Daño = \frac{CERO - Victimas}{Por - BLEVE - en\ empresas - privadas}$$

NOTA: Registro observado de un “Análisis Histórico de Incidentes BLEVE” reportado en el “Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras; Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño, Vol. I, pág. 348 Ed. Mc Graw Hill”.

Matemáticamente el valor del RIESGO es **“CERO víctimas al año debido a BLEVE en empresas privadas”**, sin embargo, sabemos que el riesgo siempre existe, además hallar un valor de riesgo siempre es una PREDICCIÓN, por lo que es importante incrementar medidas de seguridad, para disminuir radios de afectación.

7. Descripción de los modelos de evaluación de consecuencias.

La combustión es la rápida oxidación exotérmica de un combustible que está en contacto con una fuente de ignición. La reacción que tiene lugar durante la combustión de hidrocarburos es:

$$\text{Hidrocarburos} + O_2 \longrightarrow CO_2 + CO + H_2O$$

Los modelos de fuego son correlaciones empíricas que nos permiten estimar los niveles de radiación térmica para una distancia dada y determinar zonas de afectación.

Se tienen diferentes modelos de fuego:

- Alberca de fuego (Pool Fire).
- Chorro de fuego (Jet Fire).
- Llamarada (Flashfire).
- Bola de fuego (Fire Ball).
- BLEVE.

Las explosiones de gas son caracterizadas por rápida combustión, en la cual la alta temperatura de los productos de combustión se expande y afectan a sus alrededores. De este modo el calor de combustión de una mezcla aire-combustible (energía química) es parcialmente convertido en una expansión (energía mecánica). La energía mecánica es transferida a los alrededores en la forma de una onda de choque. En la atmósfera, una onda de choque es experimentada como un cambio transigente de los parámetros de presión, densidad y velocidad de las partículas de un gas. Generalmente estos parámetros se incrementan y disminuyen rápidamente.

Los modelos de explosión se usan para determinar radios y/o zonas de afectación para ciertos niveles de sobrepresión.

Se tienen diferentes Modelos de explosión:

- Modelo TNT.
- Modelo TNO.
- Explosión física.
- BLEVE.
- Explosión confinada.
- Explosión UVCE

Las características fisicoquímicas, la cantidad almacenada y las condiciones de operación a las que se tiene el GLP aunado a condiciones o actos inseguros en su manejo son factores fundamentales que pueden constituir el riesgo de un siniestro.

Las características químicas de explosividad e inflamabilidad (L.I.I es de 1.8% y el L.S.I. es de 9.3%) serán los indicadores de las posibles afectaciones a las instalaciones, personas y medio ambiente. Por lo que para la estimación de consecuencias a realizar se consideran los modelos de fuego: BLEVE y Bola de Fuego y los modelos de explosión: Modelo TNT, BLEVE, Explosión NVNC.

BLEVE.

Una BLEVE es un tipo de explosión mecánica cuyo nombre procede de sus iniciales en inglés *Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion* cuya traducción sería "Expansión explosiva del vapor de un líquido en ebullición".

La BLEVE es un caso especial de estallido catastrófico de un recipiente a presión en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera de una gran masa de líquido o gas licuado a presión sobrecalentados.

Para que se produzca una explosión BLEVE no es necesaria la existencia de reacciones químicas ni fenómenos de combustión. Podría producirse incluso en calentadores de agua y calderas de vapor. En principio podría originarse en cualquier líquido almacenado en un recipiente hermético, aunque hay explosiones que pueden confundirse con una BLEVE sin serlo. Las BLEVES son exclusivas de los líquidos o gases licuados en determinadas condiciones.

Normalmente las BLEVE se originan por un incendio externo que incide sobre la superficie de un recipiente a presión, especialmente por encima del nivel líquido, debilitando su resistencia y acabando en una rotura repentina del mismo, dando lugar a un escape súbito del contenido, que cambia masivamente al estado de vapor, el cual si es inflamable da lugar a la conocida bola de fuego (fireball). Esta última se forma por deflagración (combustión rápida) de la masa de vapor liberada. Debido a que esta circunstancia es el escenario normal, al hablar de explosiones BLEVE's y sus consecuencias, se incluye en sentido amplio a la bola de fuego, aunque debe quedar claro que ésta última sólo ocurre cuando el producto es inflamable.

La característica fundamental de una BLEVE es la expansión explosiva de toda la masa de líquido evaporada súbitamente, aumentando su volumen más de 200 veces. La gran energía desarrollada en esa explosión repentina proyecta fragmentos rotos de distintos tamaños del recipiente a considerables distancias. Precisamente ésta es una prueba de confirmación de una BLEVE. Los fragmentos proyectados pueden arrastrar tras de sí a cierta masa de líquido en forma de partículas de finísima lluvia, con posibilidad de inflamación a considerables distancias.

Tras producirse el estallido del recipiente, la gran masa evaporada asciende en el exterior, arrastrando finísimas partículas de líquido y entrando en combustión -en caso de incendio- en forma de hongo, con la gran bola de fuego superior tras un instante y al haberse producido la difusión en el aire por debajo del límite superior de inflamabilidad. Dicha bola de fuego se irá expandiendo a medida que va ardiendo la totalidad de masa de vapor liberada.

Condiciones para que se produzca una explosión BLEVE.

Para que se origine una explosión BLEVE tienen que concurrir las condiciones siguientes que son interdependientes entre sí:

- Producto en estado líquido sobrecalentado.
- Baja súbita de la presión (isoentrópica) en el interior del recipiente.

Termodinámica de la BLEVE.

Cualquier líquido o gas licuado almacenado en el interior de un recipiente cerrado se encuentra en las dos fases, líquido y vapor en situación de equilibrio, según la curva de saturación presión - temperatura de la figura A, o sea que a cada temperatura del líquido le corresponde una determinada presión de vapor, que es la que está soportando la pared interior del recipiente expuesto a la fase vapor.

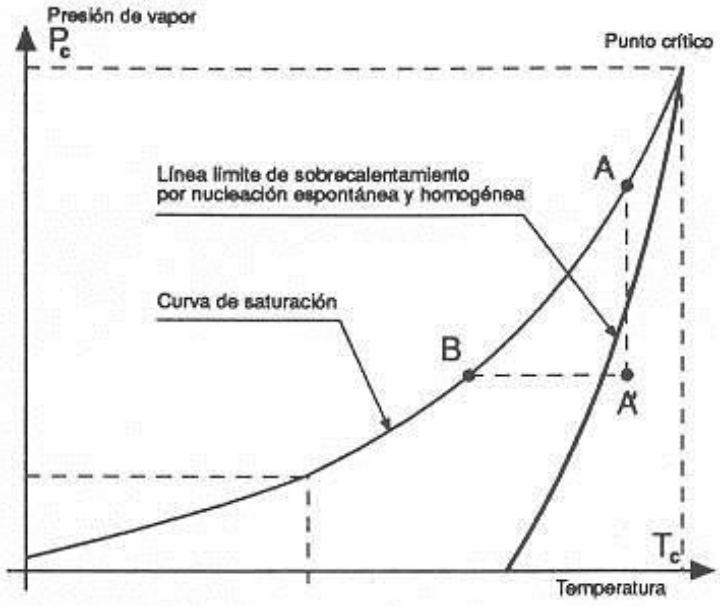


Fig. A: Curva de saturación P-T

A medida que aumenta la temperatura, aumenta obviamente la presión de equilibrio, hasta alcanzarse el punto crítico, a partir del cual solo es posible la existencia de la fase gaseosa. Por ello se define la temperatura crítica como aquella temperatura máxima a la que se puede licuar un gas. Y la correspondiente presión crítica es la presión de vapor máxima que puede tener un líquido.

El sobrecalentamiento de una sustancia puede lograrse mediante calentamiento, superando su punto de ebullición sin que llegue a transformarse en vapor, o bien disminuyendo la presión, permaneciendo la temperatura constante.

Así por ejemplo, en la figura A podemos observar que el punto A' de sobrecalentamiento se puede alcanzar por un aumento de temperatura a presión constante desde el punto B o una disminución brusca de presión (por expansión isoentrópica) desde el punto A. Evidentemente la

posición A' es una situación inestable que tenderá a buscar su posición natural de equilibrio sobre la curva de saturación.
En esta zona de inestabilidad definida en los márgenes que a continuación se expondrán, se favorece la nucleación espontánea como paso previo de la vaporización masiva y por tanto de la BLEVE.

Precisamente, y tal como hemos dicho, la BLEVE es provocada originariamente por un descenso brusco de la presión a temperatura constante por las causas ya expuestas.

Consecuencias de la BLEVE.

Los peligros inmediatos de una BLEVE son la onda de sobrepresión y la proyección balística de fragmentos pertenecientes al mismo recipiente. Si el material contenido en el recipiente es inflamable se producirá una bola de fuego.

Para el caso del GLP los efectos serán tanto mecánicos como térmicos. En orden decreciente de importancia por daño a las personas esta:

1. **Radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial).**

2. **Fragmentos producidos por la falla del tanque (efecto puntual y direccional).**

3. **Onda de sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en el tanque (efecto radial).**

Para efectos de la evaluación del presente estudio, se consideran los daños causados por Radiación Térmica producida por la bola de fuego y la Onda de Sobrepresión causada por la expansión del vapor y del líquido contenido en el tanque.

Consecuencias de una BLEVE

Aunque en sentido estricto la BLEVE es la explosión mecánica del recipiente, dado que normalmente va asociada originariamente a incendios sobre recipientes que contienen gases o líquidos almacenados a una presión superior a la ambiente, nos limitaremos en este último apartado a los tres tipos de consecuencias que suceden en el caso particular del almacenamiento del Gas L.P.:

- Radiación térmica.
- Sobrepresiones por la onda expansiva.
- Proyección de fragmentos metálicos.

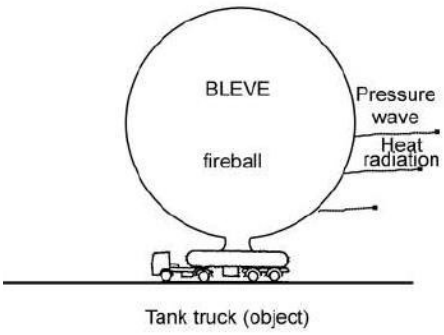
Para la cuantificación de estos tres tipos de consecuencias se han desarrollado diferentes modelos empíricos de análisis que han recogido las experiencias de accidentes sucedidos.

Dada la diversidad de modelos matemáticos existentes, en esta Nota Técnica se recoge solamente un sistema simplificado de cálculo, validado por instituciones especializadas en este campo.

BOLA DE FUEGO (MÉTODO DE RADIACIÓN TÉRMICA)

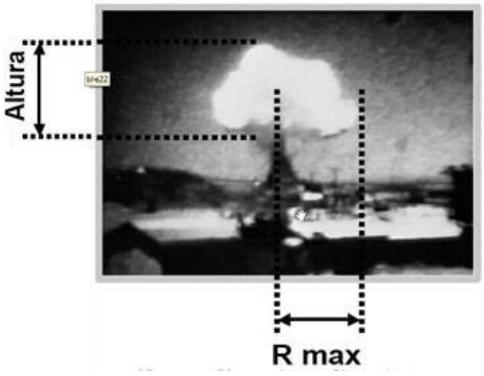
La bola de fuego es el resultado de una liberación instantánea de un gas licuado inflamable con ignición rápida en un área abierta, tiene una forma cercana a una esfera de vapor. La concentración de combustible en su interior se encuentra por encima del límite superior de inflamabilidad, y la combustión se desarrolla desde su superficie hacia su centro. Los vapores en llamas de la superficie crean flotabilidad, dando altura a la esfera e incrementando su volumen con el paso del tiempo. La turbulencia aumenta haciendo que el aire ingrese al interior de la bola de fuego logrando mayor combustión de vapor. La bola de fuego se extingue dejando pequeñas agrupaciones de combustible, algunas de las cuales continuarán quemando. Este tipo de fuego es dañino a largas distancias y es fuente de ignición del combustible que encuentren en su camino. Su impacto se caracteriza por una radiación intensa liberada en un tiempo relativamente corto.

El efecto más nocivo de una BLEVE es el derivado de la radiación térmica. La altísima radiación térmica de la bola de fuego formada, provocará la muerte de todo ser vivo que quede encerrado en la misma y la posibilidad de propagación de incendios y BLEVE's a instalaciones y recipientes próximos generando un efecto dominó. Evidentemente la gravedad de los daños a personas y bienes estará en función de la distancia a la susodicha bola de fuego.



Es preciso conocer las características sobre la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada, tales como:

- El diámetro de la bola de fuego
- La altura de dicha bola
- La duración máxima de la deflagración



Las dimensiones de cada uno de los eventos de incendio se verán directamente relacionadas con la cantidad de material fugado y su tiempo de desarrollo.

La radiación térmica va directamente relacionada con la cantidad de calor emitida de un incendio. Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad de calor (*kW/m^2), así como de la dosis recibida* y el tiempo de exposición.

Según sea la profundidad de las quemaduras, estas se clasifican en quemaduras de primero, segundo y tercer grado.

La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia desde la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kW/m² durante solo 0.4 s antes de que se sienta dolor.

En función de la radiación térmica, se establecen los siguientes niveles de daño para diferentes flujos térmicos.

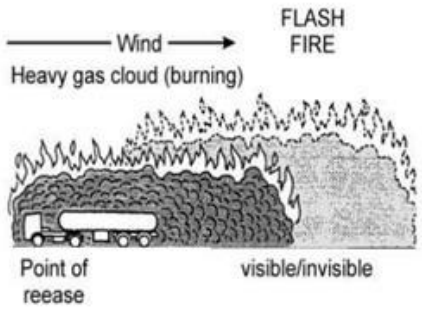
LÍMITES DE INTENSIDAD POR RADIACIÓN TÉRMICA (BANCO MUNDIAL 1988)		
INTENSIDAD (*kW/m^2*)	**EFECTOS SOBRE MATERIALES**	**EFECTOS SOBRE HUMANOS**
37.5	Daño a equipo de proceso.	100% de letalidad en 1 minuto. 1% de letalidad en 10 segundos.
25	Energía mínima necesaria para incendiar la madera con exposición prolongada.	100% de letalidad en 1 minuto. Lesiones graves en 10 segundos.
12.5	Energía mínima necesaria para incendiar y fundir tubos de plástico.	1% de letalidad en 1 minuto. Quemaduras de primer grado en 10 segundos.
4	-	No existe letalidad. Probables quemaduras de segundo grado. Dolor después de una exposición de 20 segundos.
1.6	-	No se presentan molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.

Cabe mencionar que para definir y justificar las zonas de seguridad por al entorno de la instalación, de acuerdo a la guía del ERA se deberá considerar para daños por Inflamabilidad (radiación Térmica): Zona de alto Riesgo por daños a equipo 37.5 kW/m^2 (11887 BTU/pie^2·h) y 12.5 kW/m^2 (3962 BTU/pie^2·h) Zona de Alto Riesgo 5 kW/m^2 (1500 BTU/pie^{2}h) y para la Zona de Amortiguamiento: 1.4 kW/m^2 (440 BTU/pie^{2}h)

Su aplicación se observa en el cálculo de los eventos propuestos.

INCENDIO DE NUBES DE VAPOR NO CONFINADAS (LLAMARADAS O FLASH FIRE).

Un incendio de llamarada o "flash fire" es la combustión no explosiva de una nube de gas inflamable, que tuvo lugar debido a la fuga de un gas o por la evaporación de un líquido inflamable formando una nube inflamable que encuentra una fuente de ignición. Suele estar asociada a la dispersión de vapores a ras de suelo. Cuando estos encuentran un punto de ignición, el frente de la llama generado se propaga hasta el punto de emisión, barriendo y quemando toda la zona ocupada por los vapores en condiciones de inflamabilidad.



La ignición da lugar a un fuego que consume de forma rápida la materia inflamable de la nube.

Los efectos de este tipo de incendio son:

1. Quemaduras y letalidad en el interior de la nube por efecto de las llamas.
2. Emisión de gases de combustión.
3. Poca intensidad térmica en el exterior de su entorno.

Si bien los efectos de éste tipo de incendio son la radicación térmica y el contacto directo de la flama, la literatura disponible proporciona poca información respecto a éstos efectos debido a que el fenómeno de **la llamarada tiene una duración corta, aproximadamente de unas décimas de segundo**, además que la radiación depende de múltiples factores como pueden ser la temperatura de la flama, tamaño y la dinámica de la propagación de la nube. No obstante, se conoce que **las personas que permanezcan dentro del área de flama tendrán heridas fatales.**

Sin embargo, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que se forme una nube de vapor inflamable de tamaño considerable; el crecimiento y evolución de la nube aumenta la posibilidad de que la misma encuentre un punto de ignición a cierta distancia del origen de la fuga; esta ignición retardada provocará la llamarada y, eventualmente, **una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).**

En el cálculo de los efectos derivados de la inflamación de una nube de gas, se establece que sólo se puede producir la ignición de la masa de gas en la zona comprendida entre los límites superior e inferior de inflamabilidad de la sustancia en cuestión. Dado que en la mayoría de los escenarios se ven involucradas mezclas de sustancias inflamables, para la determinación de los límites de inflamabilidad se ha usado un valor medio ponderado (50 % del límite inferior de inflamabilidad, zona donde aún es posible que ocurra la llamarada). Esta zona está definida como la **zona de quemado** y se define como la mitad del L.I.I. hasta el punto de emisión y **se estima mediante el modelo de dispersión SLAB (SCRI FUEGO).**

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%,** fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.
En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos.

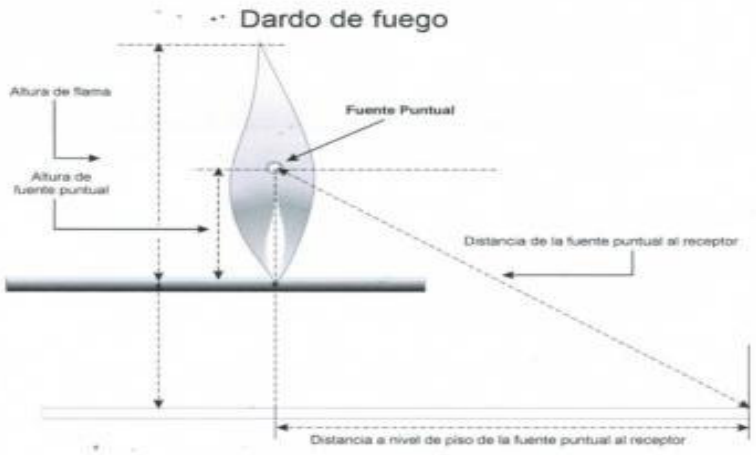
DARDO DE FUEGO
(JET FIRE)

Los dardos de fuego resultan generalmente de la combustión de un material que está siendo emitido de una unidad de proceso presurizada. La preocupación principal, como en el caso de los fuegos en derrames son los efectos de la radiación local.

Los tanques de almacenamiento, transportes o tuberías que contienen gases bajo presión o sustancias normalmente gaseosas que se han comprimido al punto de transformarse en líquido, debido a la presión a la que la sustancia corre si alguna tubería sufriera alguna fractura, la sustancia escaparía a una alta velocidad.

La descarga o ventilación del gas a través del agujero forma un chorro de gas que es liberado a la atmósfera y se va mezclando con el aire. Si el gas es inflamable y se encuentra una fuente de ignición, puede formarse una flama de chorro de longitud considerable (pudiendo ser de cientos de metros de largo) a partir de un reducido agujero en la tubería.

El peligro de este comportamiento consiste en el riesgo de que la radiación térmica, del dardo impacte contra el exterior de un tanque cercano que contenga material peligroso inflamable, volátil y/o auto-reactivo, gas l.p. en caso de las plantas de distribución de gas l.p. Lo que pudiese ocurrir por el aumento de temperatura en el tanque de almacenamiento es que la presión del gas dentro del mismo aumente su presión, mientras va debilitando las paredes externas, si el sobrecalentamiento continua se desembocará en un desgarre violento o explosión en un evento conocido como BLEVE, descrito previamente.



MODELOS DE DISPERSIÓN.

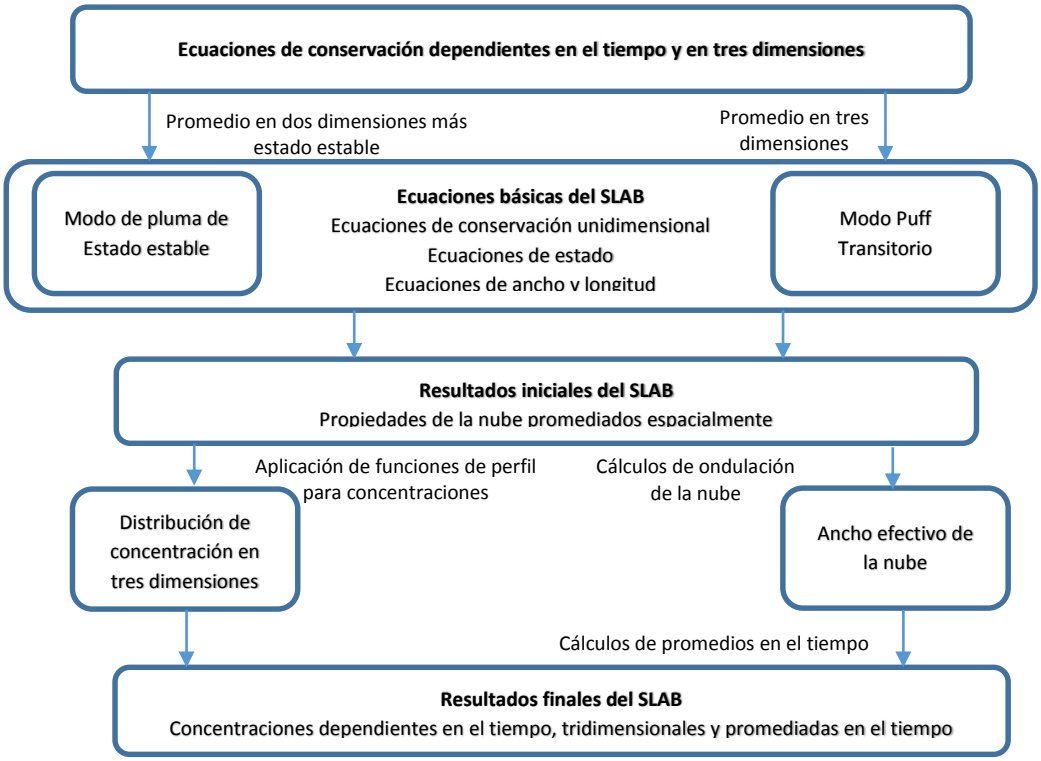
Los modelos de dispersión describen el transporte de los materiales en el aire y proporcionan una estimación del área afectada y las concentraciones de interés a ciertas distancias donde puedan existir conjunto de personas y que se pueda provocar un daño a las mismas.

El comportamiento de una nube de vapores depende de varios factores entre los que se encuentra la velocidad de liberación a la atmósfera o la cantidad total de material liberado, las condiciones atmosféricas (velocidad de viento. hora del día, la cobertura de las nubes), rugosidad del terreno, temperatura, presión, entre otros.

Dependiendo del comportamiento de la nube de vapor y los tiempos de emisión se podrá escoger un modelo adecuado. Por su comportamiento la nube de vapor puede ser neutramente flotante, positivamente flotante y densamente flotante. Por tiempo de duración la emisión puede ser instantánea, continua o una combinación de ambas.

Comúnmente son utilizados los modelos gaussianos (modelo empírico), modelos que describen con buena precisión el comportamiento de gases con flotabilidad neutra, sin embargo debido a que los gases más densos conforme el paso del tiempo se diluyen en el aire es posible que vayan adquiriendo un comportamiento semejante, tomando en cuenta que esto ocurre cuando se pueden despreciar los efectos de la densidad.

Modelo de dispersión de emisiones más densas que el aire. (SLAB).- El SLAB es un modelo de computadora que simula la dispersión atmosférica de emisiones más densas que el aire. La dispersión atmosférica de la emisión se calcula al resolver las ecuaciones de conservación de masa, momentum, energía y especies.

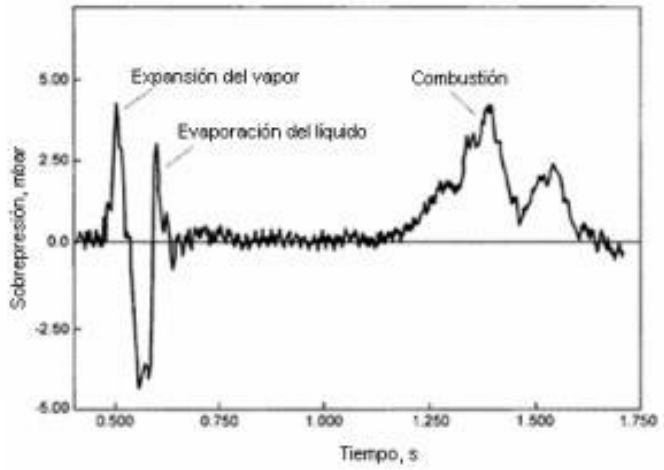


ONDA DE SOPRESIÓN.

La onda de sobrepresión hace referencia a un cambio transitorio en las propiedades dinámicas del gas como son: la presión, la densidad y la velocidad de la partícula.

Cambios que generan fuerza de viento de desplazamiento y sobrepresión con el potencial de derribar objetos y estructuras. La onda explosiva se inicia en el tanque y viaje en el aire circundante disipando energía. Durante la explosión los valores de las propiedades dinámicas aumentan rápidamente luego descienden a valores por debajo de los atmosféricos y finalmente evolucionan y se estabilizan en condiciones atmosféricas.

En la onda producida por una BLEVE existen dos picos de sobrepresión; el primero es causado por la expansión del vapor y el segundo por la vaporización del líquido, normalmente son considerados como uno solo por el corto tiempo entre ellos. Cuando la sustancia es inflamable existe un tercer pico creado por la ignición del combustible.



Onda de presión de una BLEVE (D.M. Johnson, J.M. Pritchard and M.J. Wickens)

Se han definido las ondas de presión como un fenómeno de transmisión de energía sin que haya transporte de materia, es evidente que la energía que se propaga la contiene el foco emisor.

El efecto más característico de una explosión es el brusco aumento de la presión que se produce en el aire circundante y que se propaga en forma de onda en todas las direcciones libres del espacio. La forma, características y magnitud de la onda dependen del tipo de explosión, del entorno y de la distancia al origen del accidente.

SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS.

La explosión es un equilibrio de un breve período de tiempo de una masa de gases en expansión contra la atmósfera que la envuelve. Estas pueden ser de dos tipos:

- Química. Si la energía necesaria para la explosión procede de una sustancia.
- Física. Si la energía procede de la liberación repentina de un gas comprimido o de expansión rápida de vapores (denominada estallido).

Considerando el tipo de explosión y la serie de condiciones en las que se presente el incidente, existen varios tipos de explosiones, pero de acuerdo a la operación del proyecto, las más representativas son las siguientes:

Explosión de Vapor no confinada (UVCE)

Las explosiones de nubes de vapor no confinadas, traducción de la expresión inglesa Unconfined Vapour Cloud Explosion, y de ahí su acrónimo UVCE, son un tipo de explosión química, la cual involucra una cantidad importante de gas o vapor en condiciones de inflamabilidad, que se dispersa por el ambiente exterior. Para que esto ocurra la cantidad de gas tiene que superar el valor de toneladas *(Explosión detonante).* Cuando no es así, normalmente la ignición de la masa de vapor deriva en una llamarada sin efectos mecánicos importantes *(Explosión deflagrante).*

El tipo de fenómeno peligroso en este tipo de accidentes son las ondas de sobrepresión. Ésta es una situación que con un determinado impulso puede causar daño en su trayectoria.

Se puede definir como deflagración explosiva de una nube de gas inflamable que se halla en un espacio amplio (aunque con ciertas limitaciones), cuya onda de presión alcanza una sobrepresión máxima del orden de 1 bar en la zona de ignición.

Este tipo de explosiones se originan debido a un escape rápido de gran cantidad de gas o vapor inflamable que se dispersa en el aire. Cuando un gas inflamable se encuentra una fuente de ignición (normalmente superficies calientes, chispas, motores eléctricos, etc.), una parte de esta masa de gas (la que se encuentra entre los límites de inflamabilidad de la sustancia de que se trate), deflagra por efecto de la fuente de ignición y se produce la explosión. Normalmente son deflagraciones y en raras ocasiones se transforman en detonaciones.

Explosiones en espacios cerrados.

El peligro de explosión está relacionado con los materiales y sustancias procesadas en los equipos. Algunas de estas sustancias pueden sufrir procesos de combustión en el aire. Estos procesos, a menudo, van acompañados de un desprendimiento de grandes cantidades de energía, calor y pueden estar asociadas a un incremento de presión y a un desprendimiento de sustancias peligrosas.

Se identifican dos tipos de explosiones en espacios cerrados:

Explosiones de vapores confinados (CVE, confined vapor explosión) y polvos explosivos, esta último no es de nuestro interés para la evaluación del presente proyecto.

El caso que nos ocupa es el de las explosiones de vapores confinados, las cuales ocurren cuando habiéndose producido un escape de un gas o de un vapor inflamable en un área confinada, el gas está dentro de los límites de inflamabilidad y encuentra un punto de ignición que origine la combustión de las mismas.
Los siguientes valores se emplearan como criterios técnicos para la simulación de los eventos probables y la interpretación de los resultados arrojados por efecto de ondas de presión.

MÉTODO DEL TNT EQUIVALENTE.

El TNT (trinitrotolueno) es un explosivo convencional. Militarmente ha sido uno de los explosivos más utilizados y esto ha permitido que sus efectos hayan sido ampliamente estudiados y tabulados. El modelo del TNT equivalente se basa en la hipótesis de la equivalencia en efectos explosivos entre una masa determinada de materia inflamable y otra de TNT. Este método permite calcular los efectos de cualquier sustancia explosiva por comparación de la energía generada con la que liberaría una cantidad equivalente de TNT (WTNT, kg) que produjera los mismos efectos (Lees, 1996).

La relación entre la masa de hidrocarburos y el equivalente TNT viene dada por la expresión siguiente:

$$W_{TNT} = \alpha . W_c \frac{\Delta H_c}{\Delta H_{TNT}}$$

Donde α representa el rendimiento de la explosión, es decir la fracción de la energía liberada que se invierte en generar la onda de presión. Lannoy [BERG93], en un estudio realizado sobre 23 accidentes, observó que para nubes de vapor de hidrocarburos, α se podía encontrar en la gama de valores comprendida entre 0.02% y 15.9% con una media del 3%. En un 97% de las veces α≤10% y en el 60% de los casos la media es del 4%. Los valores propuestos por otros autores son los del 3 o 4% (es decir, α= 0.03 -0.04. Observándose que el rendimiento mecánico de las explosiones de las nubes de hidrocarburos es muy bajo. En realidad, solo una pequeña fracción de la energía desprendida se convierte en energía mecánica, la mayor parte se convierte en energía luminosa (llamarada). Teniendo en cuenta que en las explosiones de este tipo pueden verse implicadas cantidades del orden de unas cuantas toneladas de vapor y que la energía liberada para la combustión de 1 kg de hidrocarburo es aproximadamente igual a la liberada para 10 kg de TNT, este bajo rendimiento lo que hace que las explosione de nubes no confinadas, a pesar del poder destructivo que tienen, no sean tan devastadoras como en teoría podrían llegar a ser.

EFECTOS DE UNA EXPLOSIÓN A DIFERENTES SOBREPRESIONES.

Sobrepresión (psi)	*Efectos*
0.02	Sonido molesto (137 dB) si es de baja frecuencia (10 a 15 Hz)
0.03	Fractura de vidrios previamente bajo esfuerzo.
0.04	Ruido fuerte y fractura de vidrio.
0.1	Fractura de ventanas y pequeños vidrios bajo esfuerzo.
0.15	Presión típica de fractura de vidrios.
0.3	Distancia segura (probabilidad de 0.95 de no recibir daño grave) Daño de techos de tejas. Límite de alcance de proyectiles producto de la explosión. Torre de enfriamiento: falla de las mamparas.
0.4	Daño estructural menor y limitado.
0.15 – 1.0	Ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas. Daño a los marcos de las ventanas.
0.7	Daño menor a la estructura de casas.
1.0	Destrucción parcial de casas, quedan inhabitables.
1 – 2	Asbesto corrugado completamente estrellado, paneles de aluminio o acero. .corrugado deformados. Paneles de madera elevados.
1.3	Marco estructural de acero de edificios ligeramente deformados.
2	Colapso parcial de paredes y techos de las casas. Calentador: fracturas de ladrillos. Reactor químico: rotura de ventanas y medidores. Filtros: falla de paredes de concreto.
2 – 3	Fractura de paredes de ladrillo.
2.3	Daño estructural serio.
2.5	Destrucción del 50% de paredes de ladrillo.
3	Pocos daños en maquinaria pesada en edificios industriales.
3 – 4	Tanque de almacenamiento (techo cónico): equipo levantado (50% llenado.)
4	Demolición de edificios de estructura de acero. Ruptura de tanques de almacenamiento de combustible.
5	Reactor químico: partes internas dañadas. Postes de madera segados. Ligero daño en maquinaria industrial pesada. Calentador: unidad destruida. Regenerador: marcos colapsados.
5 – 7	Ventilador: carcaza y cajas dañadas.
6	Destrucción casi completa de casa Cubículo de instrumentos: unidad destruida Recipiente horizontal a presión: marcos deformados, el equipo se mueve y las tuberías se rompen
6.5	Regulador de gas: el equipo se mueve y la tubería se rompe
7	Tanques de almacenamiento (techo cónico): equipo levantado (90% llenado) Columna de extracción: el equipo se mueve y la tubería se rompe Volcamiento de vagones de tren cargados.

7.5	Reactor catalítico: partes internas dañadas. Columna fraccionadora: unidad destruida Regenerador: unidad destruida Transformador eléctrico: líneas de fuerza dañadas
7 – 8	Turbina de vapor: el equipo se mueve y la tubería se rompe
8	Cambiador de calor: el equipo se mueve y la tubería se rompe
9	Paredes de ladrillo completamente destruidas Tanque de almacenamiento (esférico): el equipo se mueve y la tubería se rompe Destrucción total de vagones de ferrocarril cargados Reactor químico: unidad destruida
9.5	Motor eléctrico: líneas de fuerza dañadas
10	Recipiente horizontal a presión: unidad destruida Cambiador de calor: unidad destruida Filtro: la unidad se mueve de sus cimientos Destrucción total de edificios Daños severo a maquinaria pesada Cuarto de control (techo de concreto): unidad destruida Transformador eléctrico: unidad destruida
12	Ventilador: unidad destruida. Regulador de gas: controles dañados, carcaza y caja dañadas Columna de extracción: la unidad se mueve de sus cimientos Filtro: unidad destruida Reactor catalítico: unidad destruida Columna de extracción: unidad destruida
14	Turbina de vapor: controles dañados Recipiente vertical a presión: el equipo se mueve y la tubería se rompe Bomba: líneas de fuerza dañadas
16	Turbina de vapor: tubería rota Tanque de almacenamiento (esféricos): falla de abrazaderas y soportes
20	Recipiente vertical a presión: unidad destruida
>20	Tanque de almacenamiento (esférico): unidad destruida Bomba: unidad se mueve de sus cimientos
300	Tanque de almacenamiento (techo flotante): colapso del techo Motor eléctrico: la unidad se mueve de sus cimientos Turbina de vapor: la unidad se mueve de sus cimientos Límite del cráter

8. Análisis (evaluación de consecuencias).

La simulación que se llevará a cabo para cada uno de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de la *instalación* – Planta de Distribución de Gas L.P. – como parte del **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo** será por medio del simulador ***SCRI – Fuego***.

SCRI – Fuego

Éste es un programa para efectuar la simulación en computadora de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, y siendo que en la instalación se hace uso del GLP, el cual se sabe cuenta con riesgos por su grado de inflamabilidad y bajo condiciones especiales de explosividad, se hace importante ésta herramienta computacional a fin de poder modelar los posibles escenarios así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de GLP.

Los modelos de los que se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se prueban extensivamente de manera comparativa con los resultados de los manuales de la EPA del RMP (Risk Management Program) y del TCPA (Toxic Catastrophe Prevention Act).

El sistema contiene una base de datos con más de 1000 productos y más de 7000 sinónimos de productos en inglés y español, con cálculos de propiedades que dependen de la temperatura. El *software* calcula propiedades de mezclas con la metodología de *Guidance on the Aplication of Rifined Dispersion Models to Hazardous/Toxic Air Pollutant Releases EPA-454/R-93-002*.

En el uso del programa de simulación SCRI – Fuego, se logrará determinar los radios de afectación de los eventos máximos probables de riesgo, previamente propuestos conforme a la metodología para el análisis de **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo**.

El desarrollo de la modelación y simulación de cada uno de los eventos que considerados en el presente estudio se presentan en el Capítulo II de la presente guía.

9. Zonas de Salvaguardas

El presente **Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo** es elaborado para Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de ***Gas Lucon, S.A. de C.V.***, en éste se incluye la modelación de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de la *instalación*, asimismo se valida que para el establecimiento de las zonas de salvaguardas se emplean los siguientes criterios:

Inflamabilidad

Es la medida de la facilidad que presenta un gas líquido o incluso un sólido, en este caso el GLP (gas licuado de petróleo), el cual es empleado en la *instalación*, puede encenderse así como de la rapidez con que al ser encendido, sus llamas son diseminadas.

Cuanto más rápida sea la ignición más inflamable será el material, por lo que los líquidos no lo son por sí mismos, siendo que lo son por sus vapores los cuales tiene propiedades combustibles.

Para efectos de inflamabilidad (radiación térmica) se tienen los siguientes parámetros:

- 37.5 kW/m^2 y 12.5 kW/m^2 - Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos.
- 5 kW/m^2 – Zona de Alto Riesgo
- 1.4 kW/m^2 – Zona de Amortiguamiento

Explosividad

Esta es la capacidad de las sustancias químicas para provocar una liberación instantánea de presión, gas y calor, provocado por el choque repentino, presión o alta temperatura.

En este aspecto se considera como parámetros de explosividad (sobrepresión):

- 10.0 lb/plg^2 y 3.0 lb/plg^2 – Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos.
- 1.0 lb/plg^2 – Zona de Alto Riesgo
- 0.5 lb/plg^2 – Zona de Amortiguamiento

La determinación de las zonas de salvaguarda de cada uno de los eventos de riesgo considerados se detallan en el Capítulo II de la presente guía.

GAS LUCON, S.A. DE C.V.

KM 226+500 DE LA CARRETERA MÉXICO-TUXPAN, MUNICIPIO DE TIHUATLÁN, VERACRUZ.

ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

Capítulo II
Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

Como parte de la evaluación de Riesgo Ambiental, y con base en los eventos de mayor probabilidad de ocurrencia, se determinan los radios potenciales de afectación en caso de que se llegasen a presentar estos, y para su delimitación se aplicó modelos matemáticos así como el uso del simulador **SCRI – Fuego** para validar cada uno de estos.

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, deberá utilizar los criterios que se indican a continuación:

	Toxicidad (Concentración)	Inflamabilidad (Radiación Térmica)	Explosividad (Sobrepresión)
Zona de Alto Riesgo por Daño a Equipos	-	37.5 kW/m^2 o 11887 BTU/pie^2·h 12.5 kW/m^2 o 3962 BTU/pie^2·h	10.0 lb/plg^2 3.0 lb/plg^2
Zona de Alto Riesgo	IDLH	5 kW/m^2 o 1500 BTU/pie^2·h	1.0 lb/plg^2
Zona de Amortiguamiento	TLV_8 o TLV_{15}	1.4 kW/m^2 o 440 BTU/pie^2·h	0.5 lb/plg^2

NOTAS:
1) En modelaciones por toxicidad, deben considerarse las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos 10 años, en caso de no contar con dicha información, deberá utilizarse Estabilidad Clase F y velocidad del viento de 1.5 m/s.
2) Para el caso de simulaciones por explosividad, deberá considerarse en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada.

A continuación se presenta el desarrollo del cálculo de los eventos más probables y el de mayor daño crítico.

Consideración para los cálculos.

Las emisiones accidentales de gas l.p. propuestas en el presente estudio se consideraron como escapes instantáneos formando una bocanada (“Puff”) y/o escapes continuos sin depender del tiempo, formando un penacho (“Plume”), o bien, escapes continuos dependiendo del tiempo, lo anterior en función de las condiciones en las que se lleve a cabo la fuga.

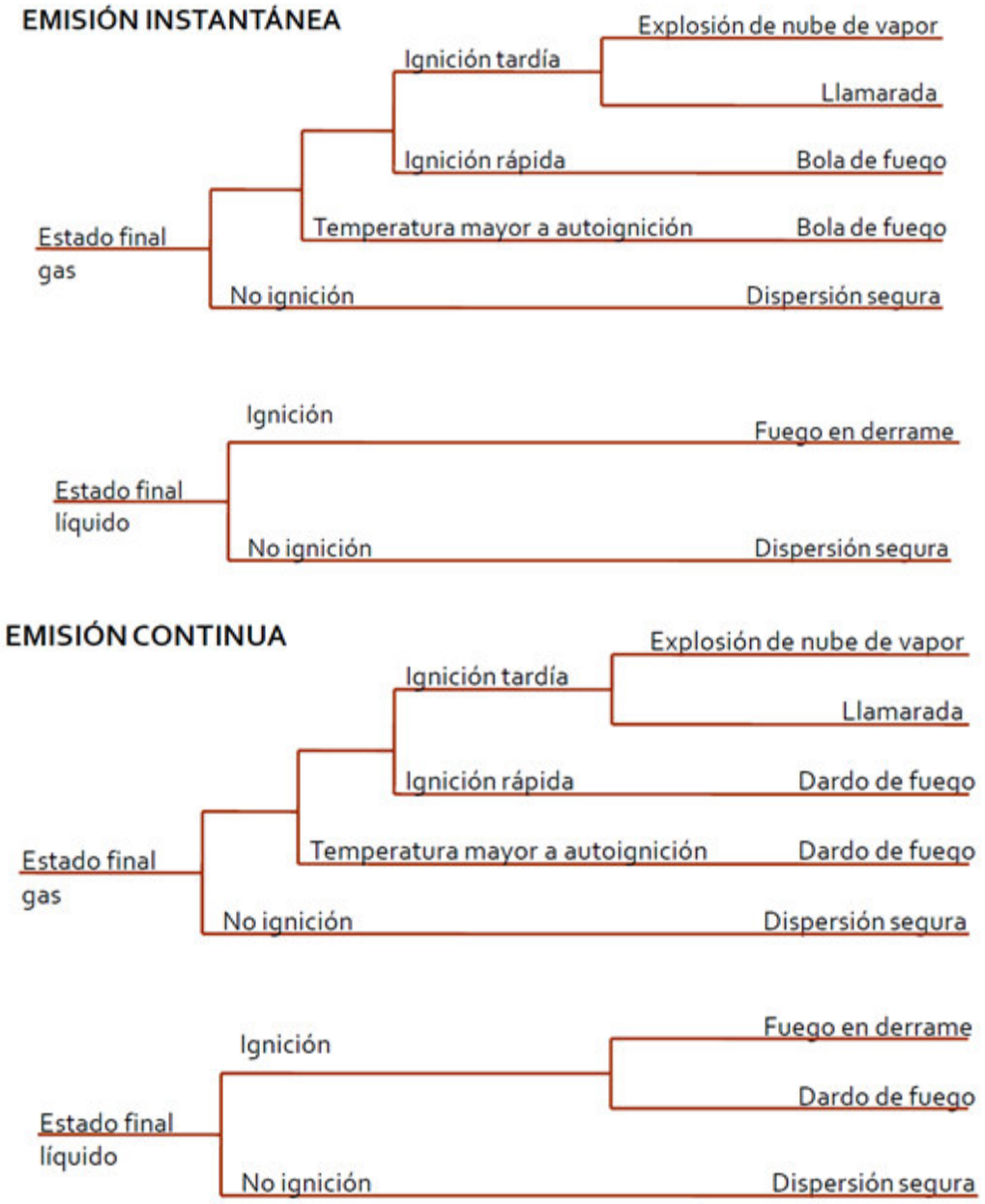
Es conveniente mencionar que existe una gran diferencia en el comportamiento de la concentración de un gas con respecto al tiempo para una falla catastrófica (emisión instantánea) en un tanque de almacenamiento en comparación con una pequeña falla puntual (emisión continua) en el mismo tanque.

Asimismo, dependiendo de la procedencia de la fuga se tiene la:

1. Dispersión de chorro turbulento, a partir de una fuga de gas a presión.

2. Dispersión de nube neutra, para gases sometidos únicamente a las turbulencias atmosféricas.

Por lo que en función del tipo de emisión ante la presencia de una fuente de ignición ya sea rápida o tardía se pueden desarrollar fenómenos distintos, tal y como se muestra a continuación:



Por otra parte, la modelación de los eventos identificados y jerarquizados a través de la metodología descrita en el capítulo anterior se realizó con el sofware SCRI – Fuego Ver. 2.0**,** el cual realiza la simulación de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, y siendo que en la instalación se hace uso del GLP, el cual se sabe cuenta con riesgos por su grado de inflamabilidad y bajo condiciones especiales de explosividad, se hace importante ésta herramienta computacional a fin de poder modelar los escenarios identificados así como las consecuencias que se podrían esperar derivadas de las fugas de GLP.

Los modelos de los que se vale SCRI – Fuego son metodologías publicadas en la EPA y la AIChE, las cuales se prueban extensivamente de manera comparativa con los resultados de los manuales de la EPA del RMP (Risk Management Program) y del TCPA (Toxic Catastrophe Prevention Act).

De acuerdo a las probabilidades de ocurrencia que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que cuenta la planta de distribución de gas l. p. es difícil que se presente un evento que pueda generar un riesgo. Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan mayor probabilidad de ocurrencia **(eventos 1, 4 y 7)** con respecto a los eventos demás **(eventos 2, 5 y 8)**, pero en caso de presentarse, los eventos con mayor probabilidad de ocurrencia estos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.

Si bien, la probabilidad del evento **3** es prácticamente improbable, este es considerado como el **evento iniciador** que desencadena el evento **6**, que es el evento considerado como catastrófico (el de menor probabilidad, pero de mayor daño), por lo que para efectos de cálculos del presente estudio, únicamente se consideran dichos eventos, además, esto con el fin de poder determinar la máxima zona de afectación, para así tomar las medidas necesarias de prevención.

Para todas las modelaciones se consideraron las condiciones meteorológicas más críticas del sitio con base en la información de los últimos diez años. Asimismo, en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento para las simulaciones por explosividad, se consideró el 10% de la energía total liberada.

VER EL DESARROLLO DE LOS CÁLCULOS A CONTINUACIÓN.

PARÁMETROS UTILIZADOS EN EL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad	Justificación de Valores
Temperatura media promedio.	**T**	24.6	°C	Condiciones climatológicas del municipio de Tihuatlán, Veracruz Fuente: SMN. Normales Climatológicas CNA. Normales climatológicas, Estación meteorológica (000030322) Mihuapan, con ubicación en 097º 36' 51" O y 20º 37' 05" N Instituto Nacional de Investigaciones Forestalese Agrícolas y Pecuarios (INIFAP, Digital, 2017).
Velocidad del viento.	**u**	3.33	m/s	
Humedad relativa del sitio.	**H_w**	66.0	%	
Presión atmosférica.	**P_A**	1.014	bar	
Presión de vapor del Gas L.P. a $T_{amb.}$	**P**	546271.0376	Pa	Constantes de *Antoine* para el Gas L.P. A = 3.930032 B = 856.7074 $\log_{10} P^{sat} = a - \frac{b}{T+c-273.15}$ C = 243.7396 Valores obtenidos de *"The properties of gases and liquids" Fifth edition. Bruce E. Poling, John M. Prausnitz, John P. O´Connell.*
Factor de explosión.	**E**	0.10	adimensional	El factor de explosividad determina la fracción del calor de combustión que sirve para producir las ondas de sobrepresión E= 0.10 cuando el escenario se considera DMC (daño máximo catastrófico)
Calor de combustión de TNT.	**HC_{TNT}**	4680	kJ/kg	Energía generada expresada en peso de TNT, que produce una fuerza equivalente a la explosividad de la nube (Ton TNT)
Capacidad promedio del semirremolque.	**V_r**	47,500	L (litros)	Datos obtenidos del fabricante.
Presión de diseño del semirremolque.	**P_{ds}**	17.58	kg/cm^2	
Presión de diseño del tanque de almacenamiento.	**P_{dt}**	17.6	kg/cm^2	

Las propiedades del gas l.p. (mezcla Propano (60%) / Butano (40%) son calculadas por concentración molar a una temperatura de referencia de 24.6 °C:

PROPIEDADES	MEZCLA	SUSTANCIA 1	SUSTANCIA 2
Nombre	**GLP**	**Propano**	**Butano**
CAS	68476-85-7	74-98-6	106-97-8
%	100	60	40
Peso molecular (kg/k-mol)	49.71	44.10	58.12
Punto de ebullición (ºK)	247.73	231.11	272.65
Temperatura crítica (ºK)	391.95	369.83	425.12
Presión critica (Pa)	4.067 E+06	4.248 E+06	3.796 E+06
Volumen crítico (m^3/kmol)	0.22	0.20	0.26
Capacidad calorífica del gas a presión constante y temperatura de interés (J/kg.ºK)	1678.19	1666.04	1692.02
Calor de vaporización del líquido a temperatura de ebullición (J/kg)	406524.42	425043.02	385450.24
Densidad del líquido a temperatura de ebullición (kg/m^3)	591.82	582.51	602.41
Capacidad calorífica del líquido a temperatura de ebullición (J/kg. ºK)	2271.06	2252.25	2292.47
Constante de presión de saturación SPB (SLAB)	-1	1872.46	-1
Constante de presión de saturación SPC (SLAB)	--	-25.16	0
Relación de calores específicos (gamma)	1.11	1.13	1.09
Concentración estequiometria (%)	9.50	4.0	3.10
Calor de combustión (kJ/kg)	46045.82	46333.0	45719.0
Límite inferior de inflamabilidad	1.8	2.2	1.85
Límite superior de inflamabilidad	9.3	9.5	8.4

ESCENARIO 1
TOMA DE RECEPCIÓN
(DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA)

FUGA Y EXPLOSIÓN DE GAS L.P. DE UNA NUBE NO CONFINADA, A CAUSA DEL DESPRENDIMIENTO DE LA MANGUERA DURANTE LA DESCARGA DE GAS L.P. DEL SEMIRREMOLQUE A LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN LA TOMA DE RECEPCIÓN.

PARÁMETROS UTILIZADOS.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Densidad de la fase líquida.	$\rho_{líquido}$	591.82	kg/m³
Longitud de la manguera.	L	7	m
Longitud de la tubería gas líquido.	L	1.2	
Diámetro de la manguera de gas líquido.	d	0.051	m
Diámetro de la tubería gas líquido.	d	0.051	

Cálculo de la masa fugada:

Área transversal de la manguera y de la tubería con un diámetro de 51 mm: $(\pi d^2/4)$ m²

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.051m)^2}{4} = 0.0020428\ m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tuberia} = LA$$
$$v_{Liq-tuberia} = LA = (1.2\ m)(0.0020428\ m^2) = 0.0024514\ m^3$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA$$
$$v_{Liq-manguera} = LA = (7\ m)(0.0020428\ m^2) = 0.0142997\ m^3$$

Suma de los volúmenes-líquido

$$Volumen\ total = 0.0024514\ m^3 + 0.0142997 m^3 = 0.0167511\ m^3$$

Masa de este volumen:

$$\left|\frac{591.82\ kg}{m^3}\right| 0.0167511\ m^3| = 9.9136532\ kg$$

Se supone que el escape accidental de **9.9136532 kg de GLP correspondiente a una emisión instantánea de corta duración** conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada (flash fire) y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE)

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

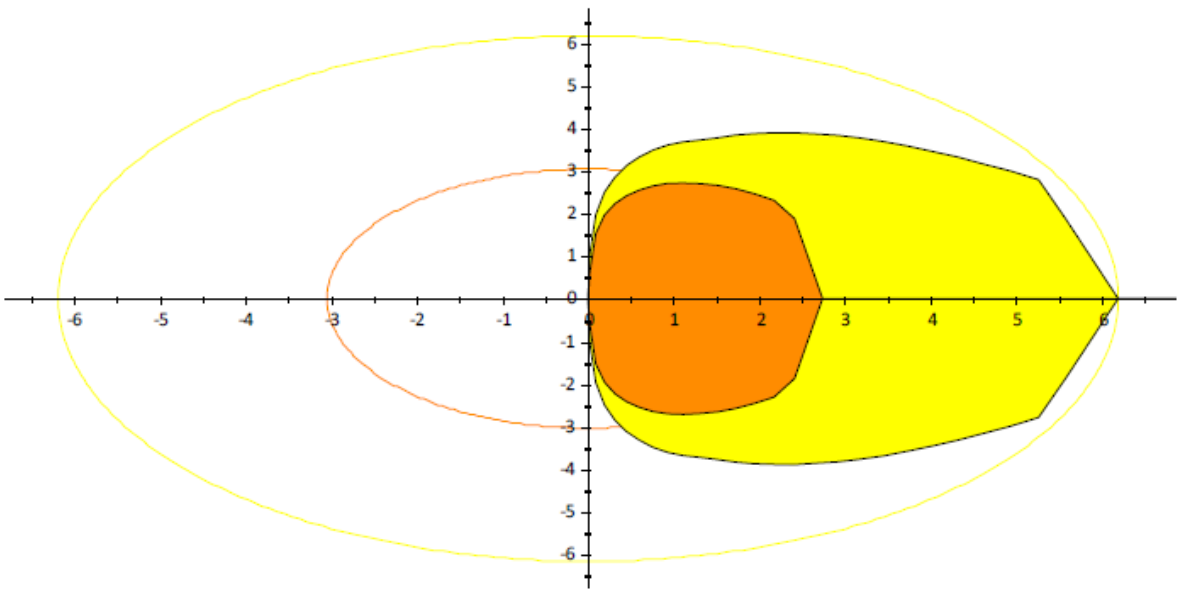
Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.6 m			
Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx.**
0.5 L.I.I. (Zona de quemado)	0.00 hasta 6.19 m	3.91 m	6.19 m
L.I.I. 1.8%	0.00 hasta 2.74 m	2.73 m	3.05 m
L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.00 m	0.00 m	0.00 m

La nube de gas formada por la fuga de gas l.p. debida al desprendimiento de la manguera durante la descarga del semirremolque alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I a los 3.05 m. El 0.5 L.I.I. se alcanza a los 6.19 m.

En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 6.19 m y fatalidades en un radio de 3.05 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

Gráfica de Radios de Afectación a la altura de interés (1.60 m)
D (Neutra) Temp:24.6°C Hum:66 % Viento:3.3 m/s a 10.00 m



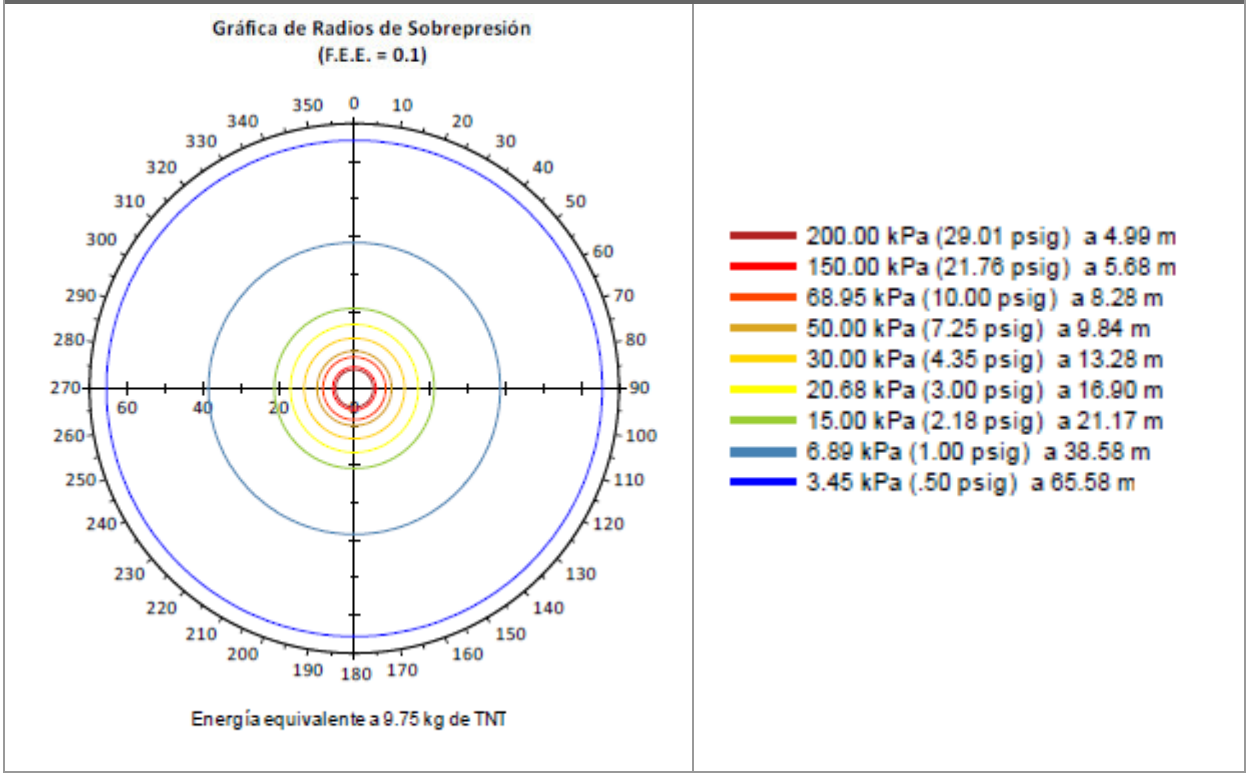
9000 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 6.19 m Y de exclusión: 3.91 m Dist. Máx: 6.19 m
18000 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 2.74 m Y de exclusión: 2.73 m Dist. Máx: 3.05 m
93000 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 0.00 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.00 m

b) EXPLOSIÓN PROVOCADA POR NUBE EXPLOSIVA

Para la determinación de las zonas de afectación por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	***10.0 psi*** **Distancia de la explosión**	***3.0 psi*** **Distancia de la explosión**	***1.0 psi*** **Distancia de la explosión**	**0.5 psi Distancia de la explosión**
Daños por la explosión de la nube no confinada	8.28	16.90	38.58	65.58

Gráfica de radios de afectación



ESCENARIO 2
TOMA DE RECEPCIÓN
(DESFOGUE VÁLVULA DE SEGURIDAD DEL SEMIRREMOLQUE)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SEMIRREMOLQUE	
Capacidad	**47,500 litros volumen agua al 100%**
Diámetro exterior	**2.26 metros**
Longitud	**12.79 metros**
Material lámina cabezas	**SA-612**
Presión de apertura	**17.58 kg/cm^2**
Presión de prueba hidrostática	**1.3 veces la presión de diseño**

Datos obtenidos de *TRINITY INDUSTRIES DE MÉXICO* http:/www.trinitymexico.com

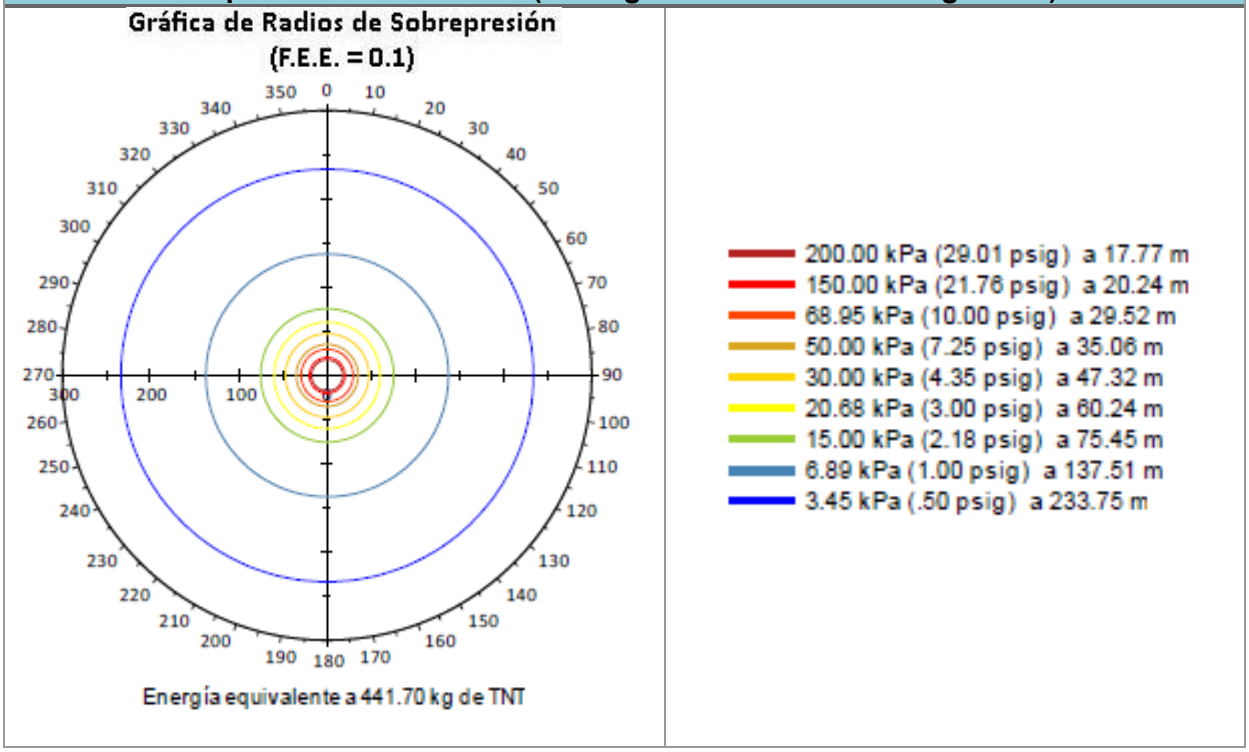
PARÁMETROS UTILIZADOS			
Descripción	**Símbolo**	**Cantidad**	**Unidades**
Capacidad mínima de descarga de la válvula de alivio para el recipiente	**C**	**223.3491**	m^3/min
Tiempo de desfogue de la válvula de seguridad	**t**	1	min
Masa que forma una nube no confinada provocada por el desfogue de la válvula de seguridad.	**m_{nube}**	**448.9317**	kg
Altura de la parte inferior del recipiente a NPT	**Ht**	2.1	m
Altura del tubo de desfogue	**Hd**	2	m
Diámetro de la tubería de descarga	**Dd**	0.051	m

a) EXPLOSIÓN PROVOCADA POR NUBE EXPLOSIVA

Para la determinación de las zonas de afectación por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

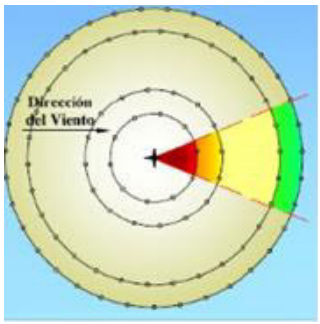
MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	**10.0 psi Distancia de la explosión**	**3.0 psi Distancia de la explosión**	**1.0 psi Distancia de la explosión**	**0.5 psi Distancia de la explosión**
Efectos de la explosión de la nube no confinada	29.52 m	60.24 m	137.51 m	233.75 m

Gráfica de distancias de afectación
Explosión de una NVNC (Desfogue de la válvula de seguridad)



b) RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE)

Para la determinación de las zonas de afectación por radiación térmica de un dardo de fuego se consideró la emisión continua de gas l.p. vapor correspondiente a 7.48 kg/s a través de la válvula de seguridad, debido a la sobrepresión del semirremolque. Se calculó la distancia a la cual se encuentran los valores de 37.5 kW/m^2, 12.5 kW/m^2, 5 kW/m^2 y 1.4 kW/m^2. Aunque el dardo se fuego se analiza mediante radios de afectación, el efecto real se debe considerar sobre un octavo de círculo.

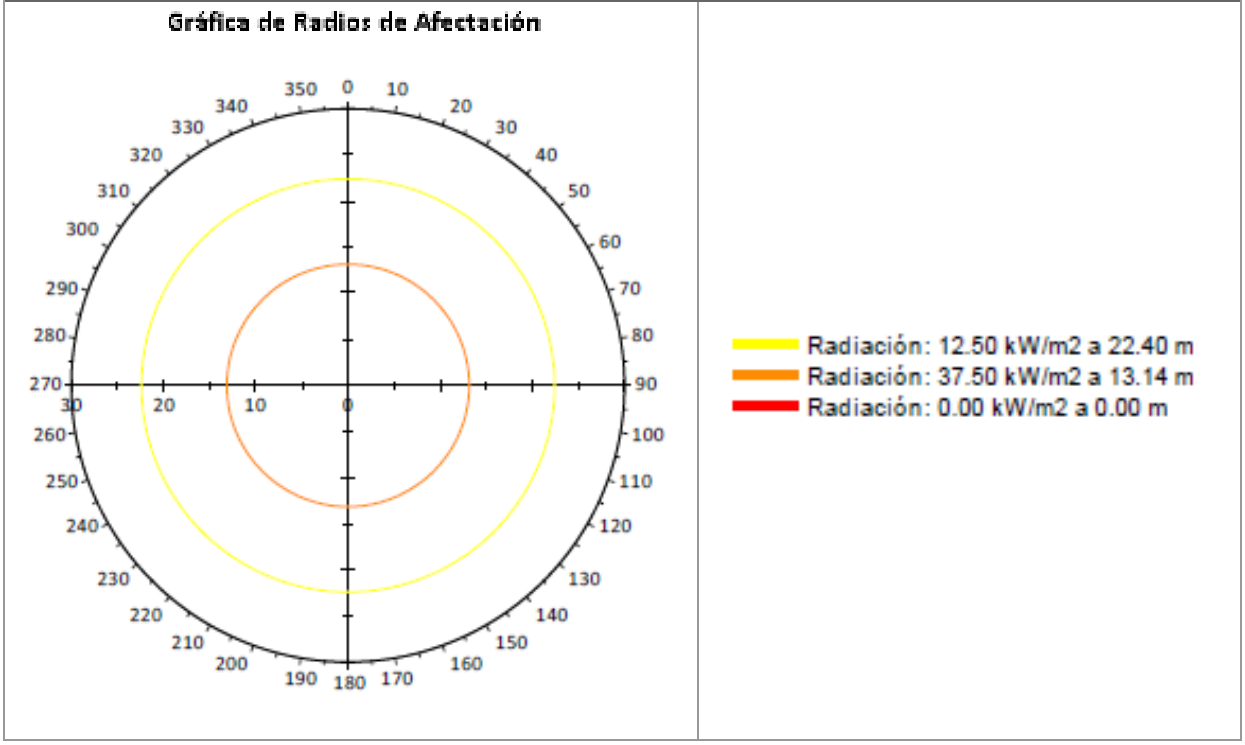


SIMBOLOGÍA

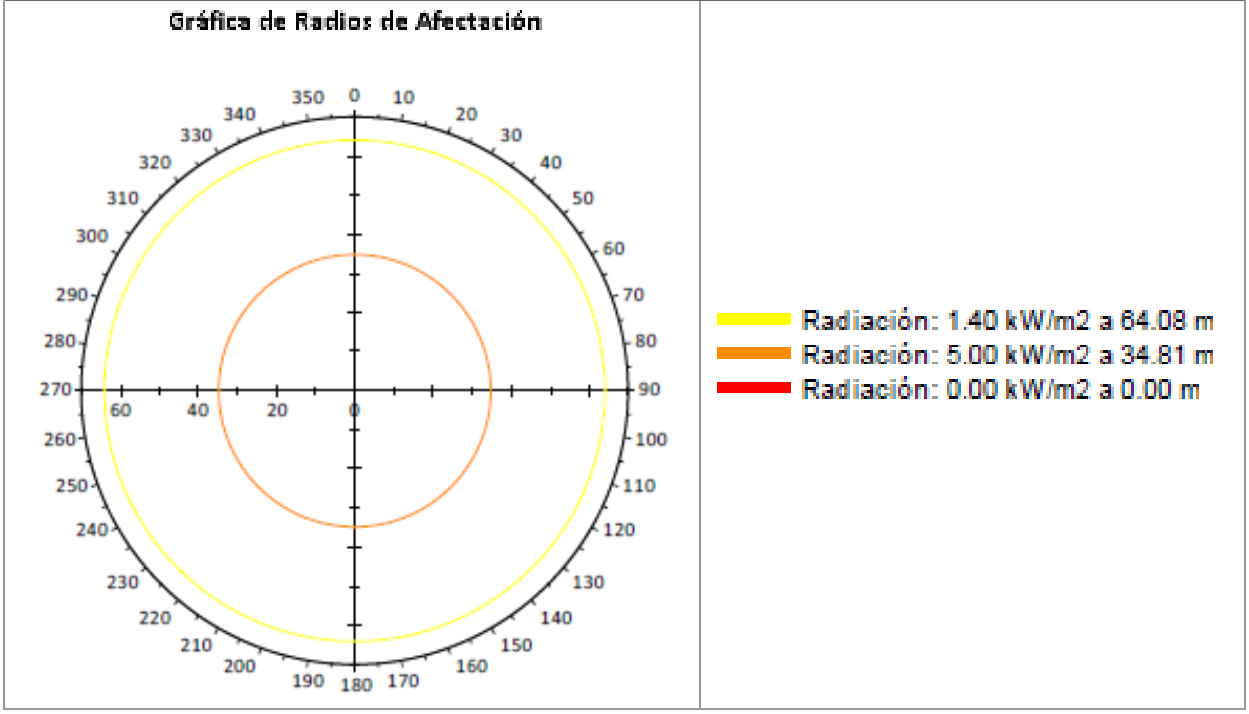
Zona de llama.	
Afectación extrema.	R> 14.5 kW/m^2
Afectación severa.	5.0 kW/m^2 < R < 14.5 kW/m^2
Afectación moderada.	1.6 kW/m^2 < R < 5.0 kW/m^2
Zona segura.	R < 1.6 kW/m^2
Área de potencial impacto:	Punto de fuga:

MODELO DE RADIACIÓN POR JETFIRE (DARDO DE FUEGO) (EFECTO RADIAL)			
Distancia de afectación a 37.5 kW/m^2	**Distancia de afectación a 12.5 kW/m^2**	**Distancia de afectación a 5 kW/m^2**	**Distancia de afectación a 1.4 kW/m^2**
13.14 m	22.40 m	34.81 m	64.08 m

Grafica de distancias de afectación
Radiación térmica por dardo de fuego (Jet fire) a 37.5 kW/m^2 y 12.5 kW/m^2.



Grafica de distancias de afectación
Radiación térmica por dardo de fuego (Jet fire) a 5 kW/m^2 y 1.4 kW/m^2



ESCENARIO 3
TOMA DE RECEPCIÓN

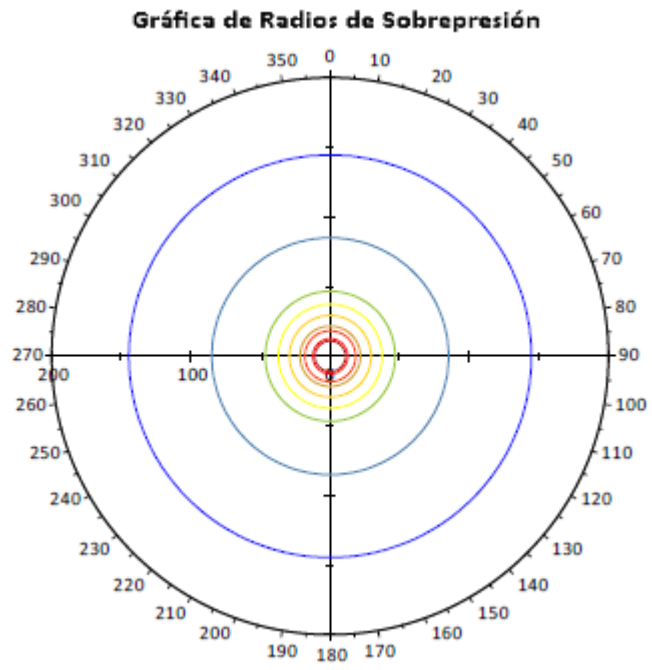
(BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE, DEBIDO A UNA FALLA EN LA VÁLVULA DE DESCARGA DEL SEMIRREMOLQUE, LO QUE PROVOCARÍA UNA FUGA CONTINUA DE GAS L. P.)

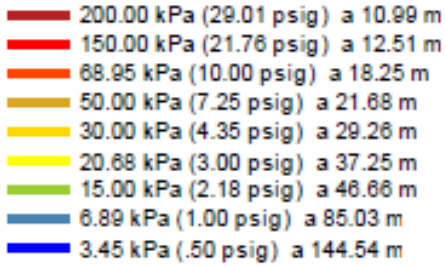
PARÁMETROS UTILIZADOS			
Descripción	**Símbolo**	**Cantidad**	**Unidades**
Volumen de todos los recipientes al 100%	V	47,500	L
Porcentaje de operación	%	0.8	%
Volumen en operación	Vr	38000	L
	Vr	38	m³
Volumen libre que puede ocupar la fase gas	Vl	9500	L
	Vl	9.5	m³
Masa del volumen en operación	mt	**22,489.16**	kg
Masa de la fase gas del volumen en operación	mf	19.095	kg
% de energía a utilizar	%E	0.1	x 100
Temperatura de ebullición a P atm	T_b	247.73	K
Temperatura a la que se encuentra el semirremolque en el momento de la BLEVE.	T_0	348.2515	K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	Hv	406.52442	kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	Cp	2.27106	kJ/kg·K
% de energía convertida en onda de sobrepresión.	E_{sb}	40	%
Masa de TNT equivalente del volumen de vapor contenido en el tanque.	m_{TNT}	**104.4377**	kg

a) EXPLOSIÓN POR SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS (MASA TNT)

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	**10.0 psi Distancia de la explosión**	**3.0 psi Distancia de la explosión**	**1.0 psi Distancia de la explosión**	**0.5 psi Distancia de la explosión**
Efectos de la explosión por la sobrepresión del recipiente.	18.25 m	37.25 m	85.03 m	144.54 m

Gráfica de distancias de afectación
Sobrepresión del recipiente (Modelo de equivalencia TNT)

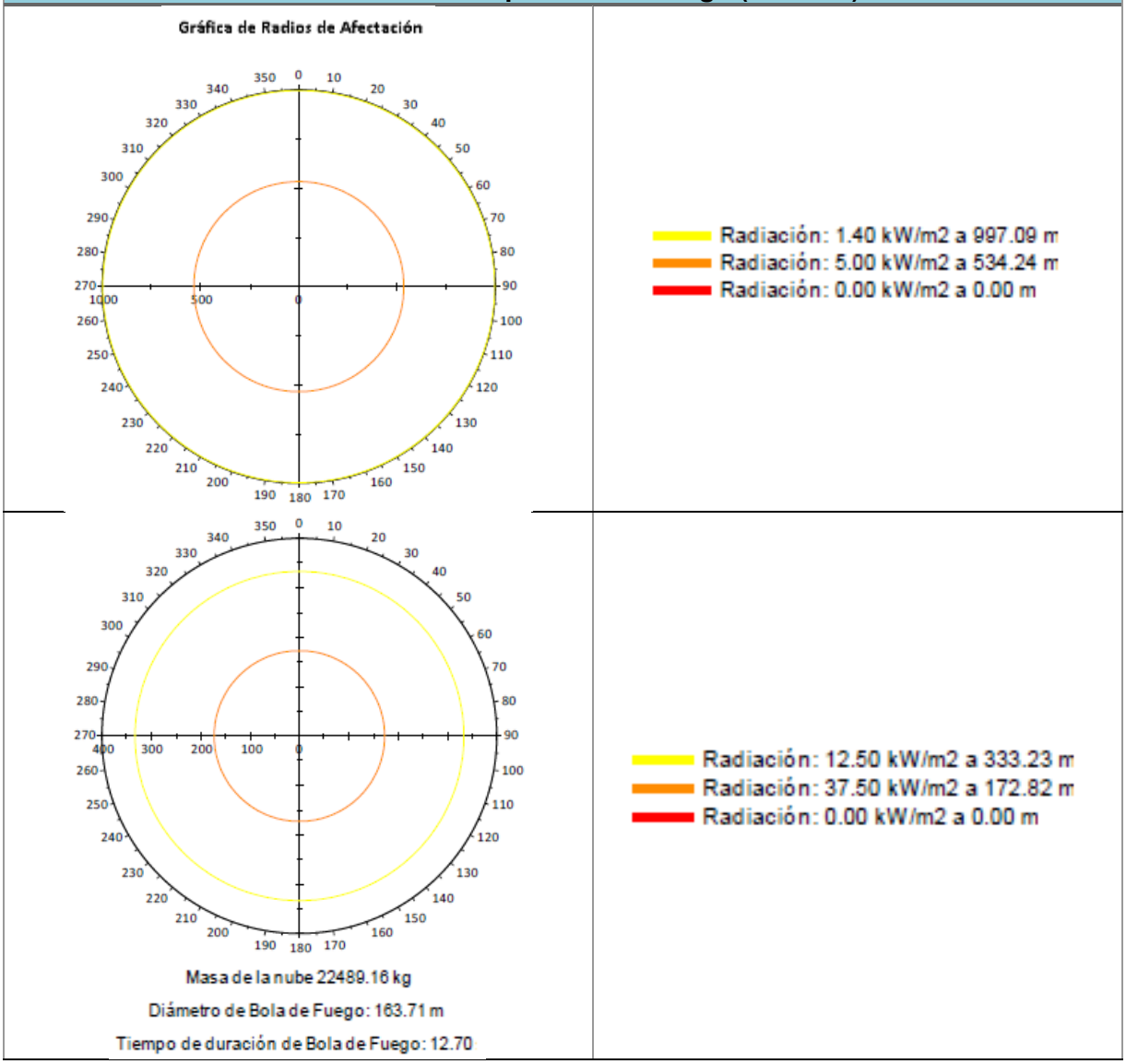




b) RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIREBALL)

DAÑOS CAUSADOS POR RADIACION TERMICA (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	**Distancia de afectación a 37.5 kW/m²**	**Distancia de afectación a 12.5 kW/m²**	**Distancia de afectación a 5 kW/m²**	**Distancia de afectación a 1.4 kW/m²**
Daños causados por la radiación de la bola de fuego	172.82 m	333.23 m	534.24 m	997.09 m
Máxima diámetro de la bola de fuego	163.71 m			
Altura al centro de la bola de fuego	122.79 m			
Duración de la bola de fuego	12.7 s			

Grafica de distancias de afectación
Radiación térmica por bola de fuego (Fire ball)



ESCENARIO 4
TOMA DE SUMINISTRO
(RUPTURA DE LA MANGUERA Y FRACTURA DE LA VÁLVULA DE GLOBO)

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Capacidad de la bomba	Cap	**530**	L/min
Densidad de la fase líquida	ρ liq	591.82	kg/m³
Densidad de la fase gas	ρ gas	2.01	kg/m³
Longitud de la tubería gas líquido	L	3.0	m
Longitud de la manguera	L	7	m
Diámetro de la tubería	d	0.051	m
Diámetro de la manguera gas líquido	d	0.051	m
Tiempo de respuesta del plantero	t	0.5	min
Calor de combustión de TNT	HCtnt	4680.8424	kJ/kg
Calor de combustión del Gas L.P.	HCf	46045.82	kJ/kg

Calculo de la masa fugada:

Área transversal de la manguera y tubería con diámetro de 51 mm: $(\pi d^2/4)$ m²

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.051\ m)^2}{4} = 0.00204282\ \ m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA$$

$$v_{Liq-manguera} = LA = (7\ m)(0.00204282\ \ m^2) = 0.01429974\ m^3$$

Volumen del líquido atrapado en la tubería:

$$v_{Liq-tubería}\ = LA = (3\ m)(0.00204282\ \ m^2) = 0.00612846\ m^3$$

Volumen total: *0.01429974+0.00612846= 0.02042821 m3*

Peso de este volumen:

$$\left|\frac{591.82\ kg}{m^3}\right| 0.02042821\ m^3| = 12.089821\ kg$$

Masa de Gas L.P. que se fuga por la bomba:

$$(\rho_{líq})(V)(t) = masa\ Gas\ L.P._{\cdot fugada\ bomba}$$

$$Capacidad\ de\ la\ bomba = \ 530\ L/\min = 0.53\ m^3/min$$

$$\left(591.82\frac{kg}{m^3}\right)(0.53\ m^3/min)(0.5\ min) = 156.8323\ kg$$

Masa total liberada:

$$masa\ Gas\ L.P._{\cdot fugada\ bomba} + masa\ Gas\ L.P._{\cdot manguera\ y\ tubería}$$

$$\boldsymbol{masa_{total-liberada} = 168.922121\ kg}$$

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE) COMO EMISIÓN INSTANTÁNEA

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.5 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

Se puede considerar que la fuga se lleva a cabo en dos etapas, la primera tiene lugar por la continuidad en el funcionamiento de la bomba, es decir, la emisión en esta etapa se considera como la característica de un chorro horizontal. La segunda por la liberación a la atmósfera de GLP en fase líquida el cual se evapora súbitamente formando una nube del tipo puff, es decir, una emisión instantánea.

Por sus características previas a la liberación del material a la atmósfera, las emisiones y la posterior nube tendrán diferentes comportamientos y alcances.

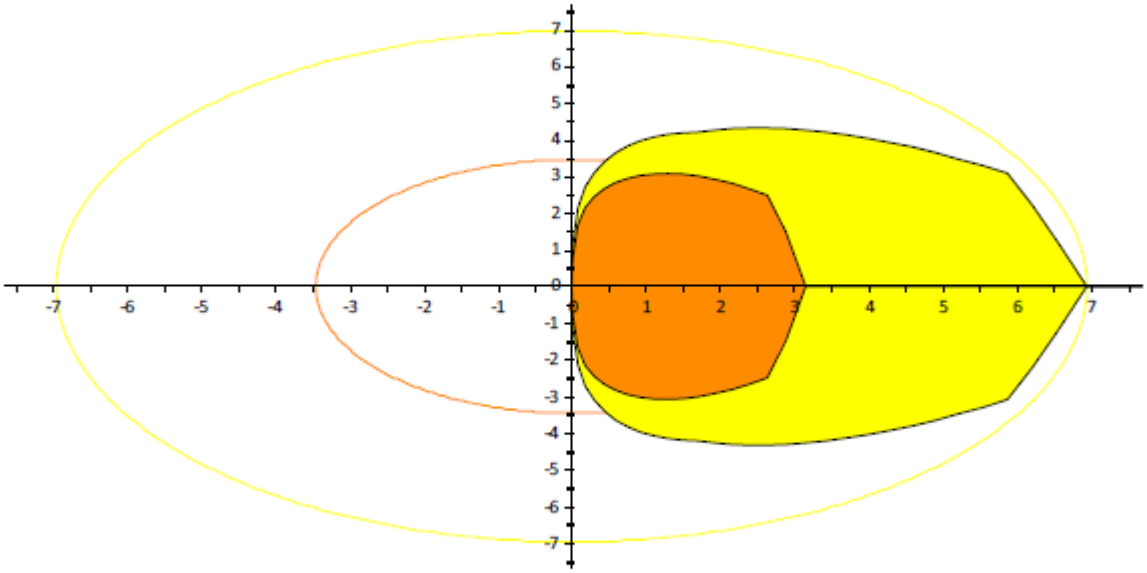
Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.5 m			
Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx**
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	0.00 hasta 6.95 m	4.32 m	6.95 m
Para L.I.I. 1.8 %	0.00 hasta 3.16 m	3.07 m	3.45 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.01 m	0.00 m	0.01 m

La nube de gas formada por la fuga de gas l.p. debida al desprendimiento de la manguera durante la carga del auto-tanque alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I a los 3.16 m. El 0.5 L.I.I. se alcanza a los 6.95 m.

En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 6.95 m y fatalidades en un radio de 3.16 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

Gráfica de Radios de Afectación a la altura de interés (1.60 m)
D (Neutra) Temp:24.6°C Hum:66 % Viento:3.3 m/s a 10.00 m



9000 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 6.95 m Y de exclusión: 4.32 m Dist. Máx: 6.95 m
18000 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 3.16 m Y de exclusión: 3.07 m Dist. Máx: 3.45 m
93000 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 0.01 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.01 m

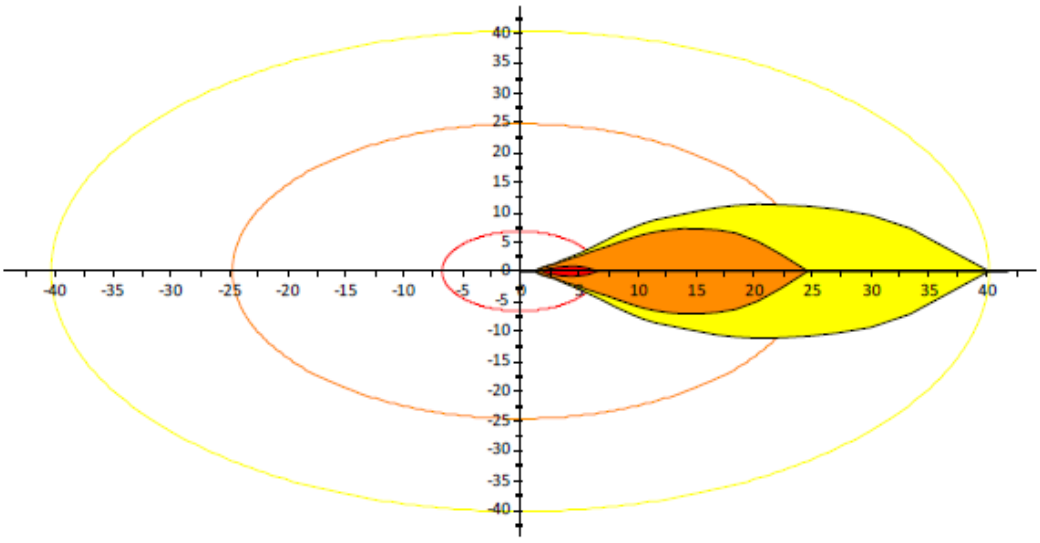
b) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE) COMO CHORRO HORIZONTAL

Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.5 m			
Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx.**
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	1.37 hasta 40.26 m	11.24 m	40.26 m
Para L.I.I. 1.8 %	1.48 hasta 24.70 m	7.13 m	24.70 m
Para L.S.I. 9.3%	1.98 hasta 6.69 m	0.85 m	6.69 m

La emisión de chorro horizontal originada por la continuidad del funcionamiento de la bomba con capacidad de 530 L.P.M. alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I a los 24.70 m, causando fatalidades en esta zona. El 0.5 L.I.I. se alcanzará a los 40.26 m provocando graves daños a equipos en dirección perpendicular a la dirección del viento.

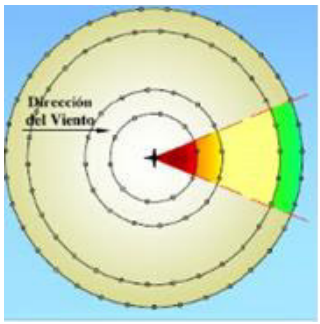
Gráfica de Radios de Afectación a la altura de interés (1.60 m)
D (Neutra) Temp:24.6°C Hum:66 % Viento:3.3 m/s a 10.00 m



9000 ppm Desde: 1.37 m Hasta: 40.26 m Y de exclusión: 11.24 m Dist. Máx: 40.26 r
18000 ppm Desde: 1.48 m Hasta: 24.70 m Y de exclusión: 7.13 m Dist. Máx: 24.70 r
93000 ppm Desde: 1.98 m Hasta: 6.69 m Y de exclusión: 0.85 m Dist. Máx: 6.69 r

c) DARDO DE FUEGO (JET FIRE)

Para la determinación de las zonas de afectación por radiación térmica de un dardo de fuego se consideró la emisión continua de gas l.p. vapor correspondiente a 5.23 kg/s a través de la tubería, debido a que la bomba continúa operando. Se calculó la distancia a la cual se encuentran los valores de 37.5 kW/m^2, 12.5 kW/m^2, 5 kW/m^2 y 1.4 kW/m^2. Aunque el dardo se fuego se analiza mediante radios de afectación, el efecto real se debe considerar sobre un octavo de círculo.

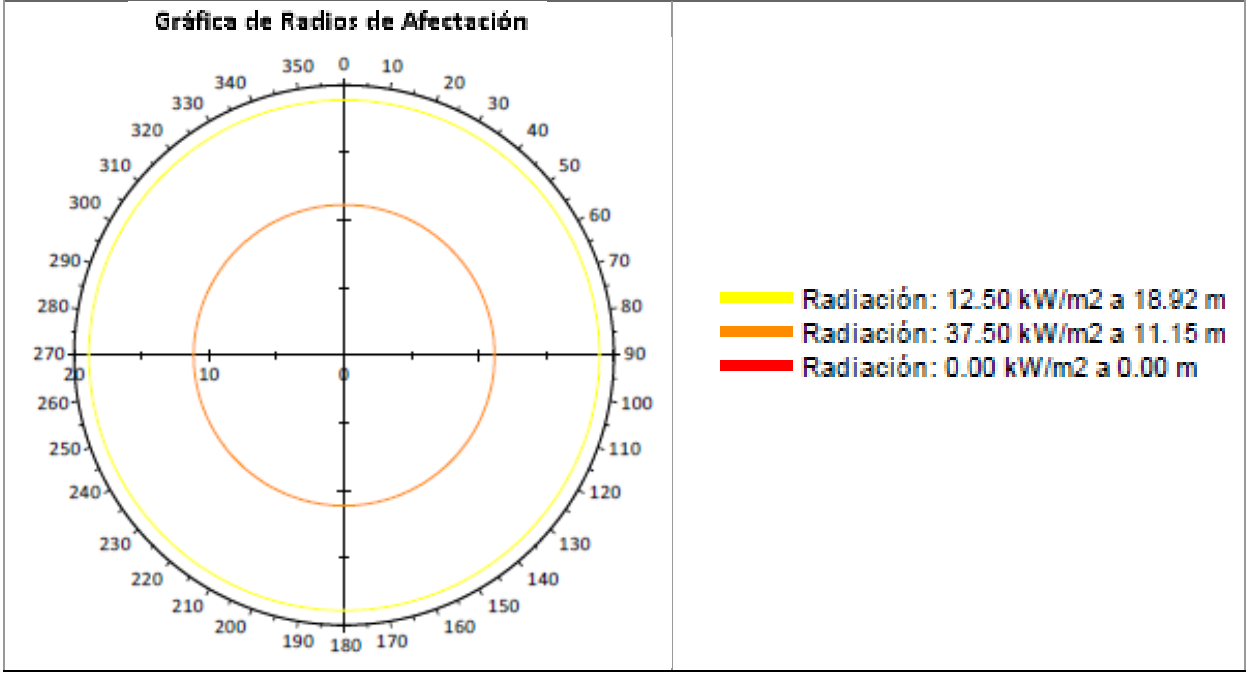


SIMBOLOGÍA

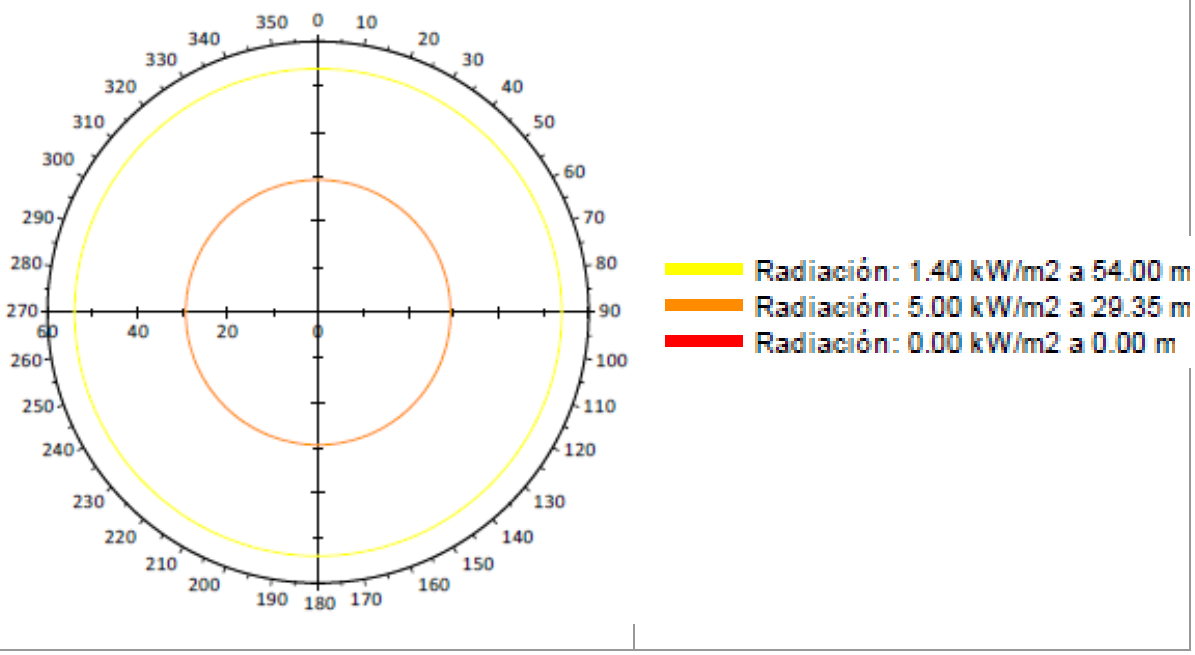
Zona de llama.	
Afectación extrema.	R> 14.5 kW/m^2
Afectación severa.	5.0 kW/m^2 < R < 14.5 kW/m^2
Afectación moderada.	1.6 kW/m^2 < R < 5.0 kW/m^2
Zona segura.	R < 1.6 kW/m^2
Área de potencial impacto:	Punto de fuga:

MODELO DE RADIACIÓN POR JETFIRE (DARDO DE FUEGO) (EFECTO RADIAL)			
Distancia de afectación a 37.5 kW/m^2	***Distancia de afectación a 12.5 kW/m^2***	***Distancia de afectación a 5 kW/m^2***	***Distancia de afectación a 1.4 kW/m^2***
11.15 m	18.92 m	29.35 m	54.00 m

Grafica de distancias de afectación
Radiación térmica por dardo de fuego (Jet fire) a 37.5 kW/m^2 y 12.5 kW/m^2.



Grafica de distancias de afectación
Radiación térmica por dardo de fuego (Jet fire) a 5 kW/m^2 y 1.4 kW/m^2

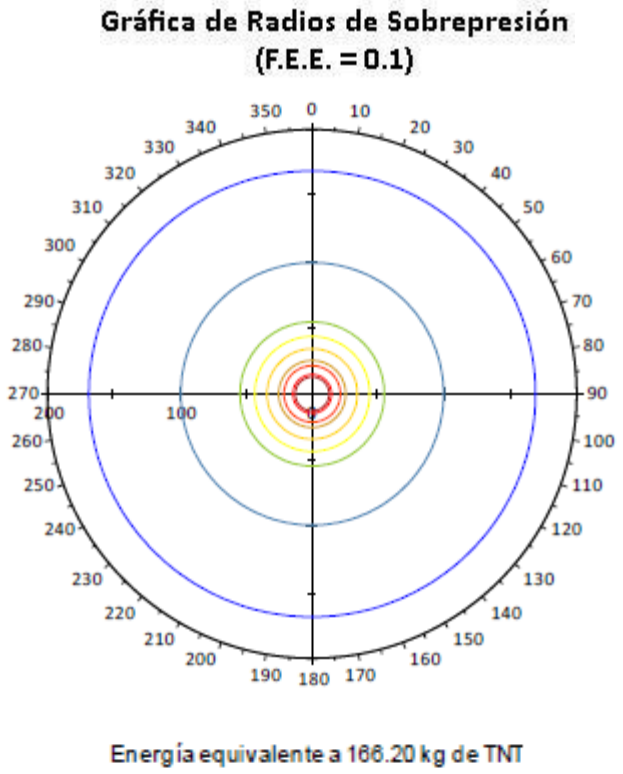


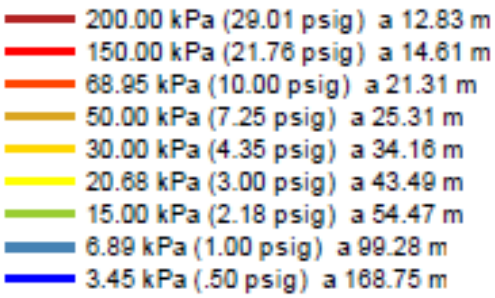
d) EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA

Para la determinación de las zonas de afectación por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	***Distancia de la explosión a 10.0 psi***	***Distancia de la explosión a 3.0 psi***	***Distancia de la explosión a 1.0 psi***	***Distancia de la explosión a 0.5 psi***
Daños por la explosión de la nube no confinada	21.31 m	43.49 m	99.28 m	168.75 m

Grafica de radios de afectación





ESCENARIO 5
ZONA DE ALMACENAMIENTO

(DESFOGUE VÁLVULA DE SEGURIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO CON CAPACIDAD DE **200,000 L o 250,000 L** VOLUMEN AGUA, POR SEGURIDAD ESTE SE ENCUENTRA AL 80% DE SU CAPACIDAD)

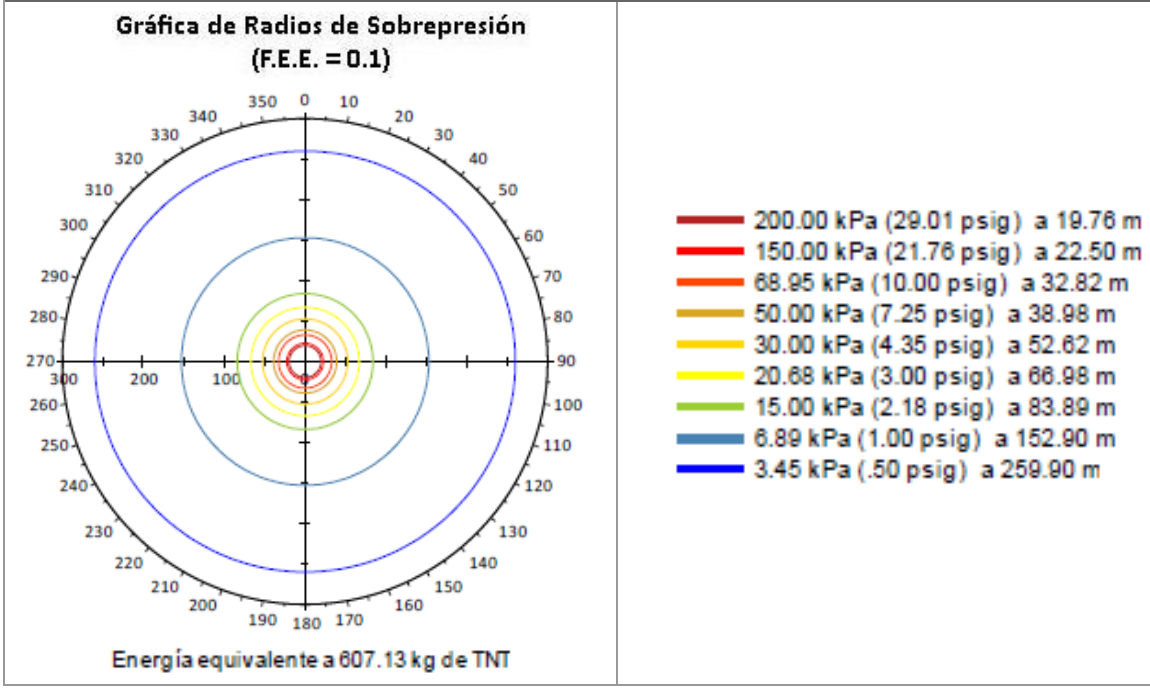
PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidades
Capacidad mínima de descarga de la válvula de alivio para el recipiente	**C**	307	m^3/min
Masa que forma una nube no confinada provocada por el desfogue de la válvula de seguridad.	**m_{nube}**	**617.07**	**kg**
Tiempo de desfogue de la válvula de seguridad.	**t**	1	min
Altura de la parte inferior del recipiente a NPT	**Ht**	2.1	m
Altura del tubo del tubo de desfogue	**Hd**	2.5	m

a) EXPLOSIÓN PROVOCADA POR NUBE EXPLOSIVA

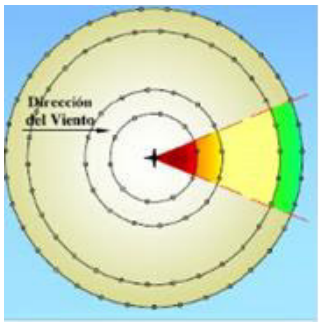
MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	**10.0 psi Distancia de la explosión**	**3.0 psi Distancia de la explosión**	**1.0 psi Distancia de la explosión**	**0.5 psi Distancia de la explosión**
Efectos de la explosión de la nube no confinada	32.82	66.98	152.90	259.90

Grafica de distancias de afectación
NVNC (Desfogue de la válvula de seguridad)



b) RADIACIÓN TÉRMICA POR UN DARDO DE FUEGO (JETFIRE)

Para la determinación de las zonas de afectación por radiación térmica de un dardo de fuego se consideró la emisión continua de gas l.p. vapor correspondiente a 10.28 kg/s a través de la válvula de seguridad, debido a la sobrepresión en el tanque de almacenamiento. Se calculó la distancia a la cual se encuentran los valores de 37.5 kW/m^2, 12.5 kW/m^2, 5 kW/m^2 y 1.4 kW/m^2. Aunque el dardo se fuego se analiza mediante radios de afectación, el efecto real se debe considerar sobre un octavo de círculo.

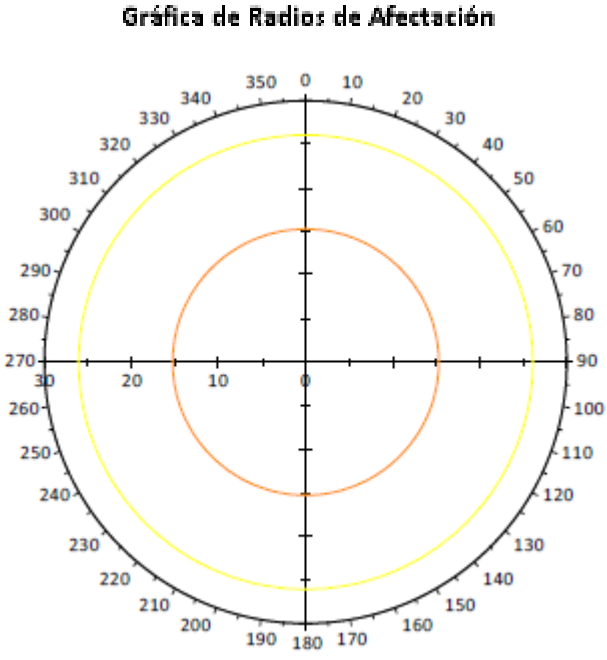


SIMBOLOGÍA

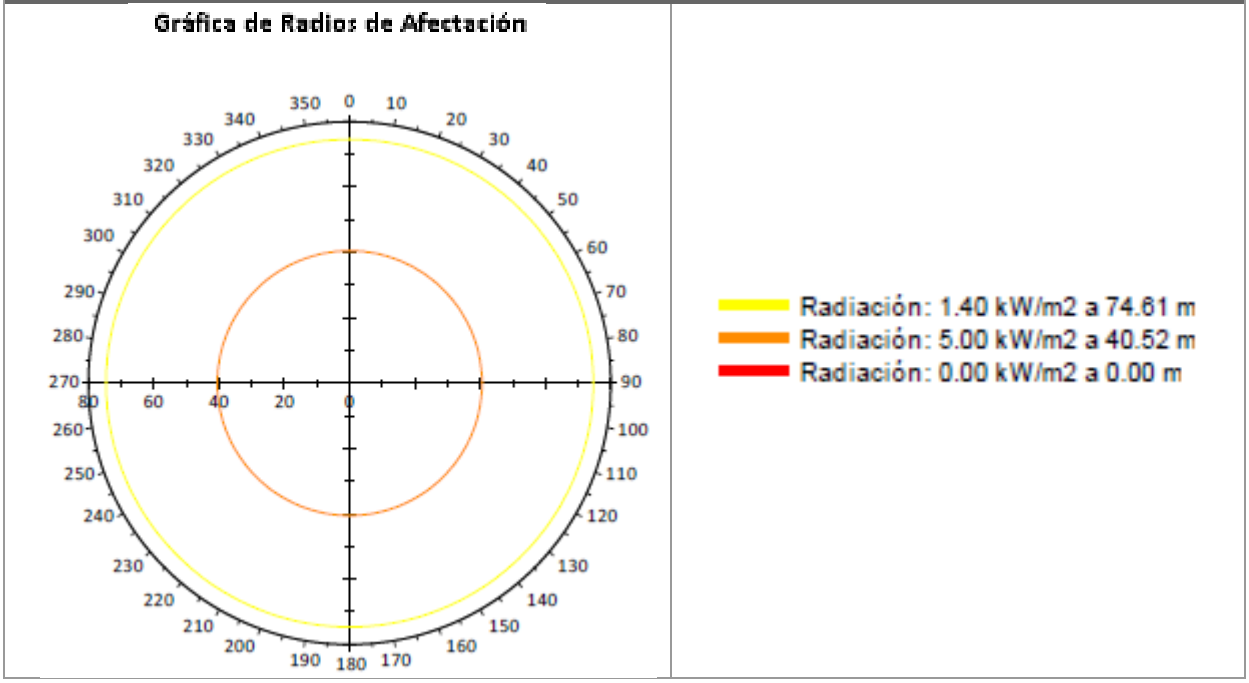
Zona de llama.	
Afectación extrema.	R> 14.5 kW/m^2
Afectación severa.	5.0 kW/m^2 < R < 14.5 kW/m^2
Afectación moderada.	1.6 kW/m^2 < R < 5.0 kW/m^2
Zona segura.	R < 1.6 kW/m^2
Área de potencial impacto:	Punto de fuga:

MODELO DE RADIACIÓN POR JETFIRE (DARDO DE FUEGO) (EFECTO RADIAL)			
Distancia de afectación a 37.5 kW/m^2	***Distancia de afectación a 12.5 kW/m^2***	***Distancia de afectación a 5 kW/m^2***	***Distancia de afectación a 1.4 kW/m^2***
15.28 m	26.07 m	40.52 m	74.61 m

Grafica de distancias de afectación
Radiación térmica por dardo de fuego (Jet fire) a 37.5 kW/m^2 y 12.5 kW/m^2.



Grafica de distancias de afectación
Radiación térmica por dardo de fuego (Jet fire) a 5 kW/m^2 y 1.4 kW/m^2



ESCENARIO 6
ZONA DE ALMACENAMIENTO

(BLEVE DE LOS RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GLP CON CAPACIDAD DE **250,000 L** Y **200,000 L** VOLUMEN AGUA, POR SEGURIDAD ESTOS SE ENCUENTRAN AL 80% DE SU CAPACIDAD)

PARÁMETROS TANQUE No. 1

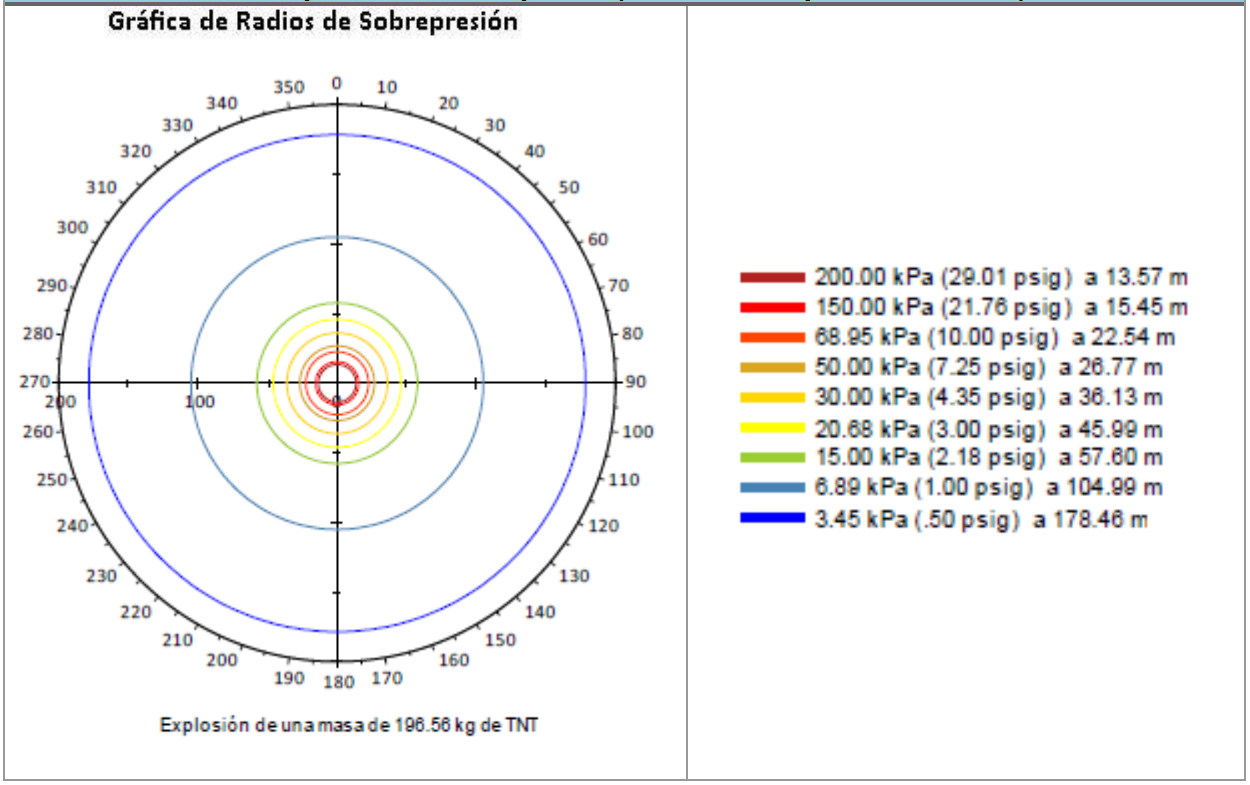
Descripción	Símbolo	Cantidad		Unidades
Volumen del recipiente al 100%		250,000	200,000	L
% de operación		0.8	0.8	x 100
Volumen en operación	V_r	200,000	160,000	L
	V_r	200	160	m^3
Volumen libre que puede ocupar la fase gas	V_l	50,000	40,000	**L**
	V_l	50	40	**m^3**
Masa del volumen en operación	m_l	118,364	94,691.2	kg
Masa del volumen en operación en fase gas.	m_v	100.50	80.4	kg
Temperatura de ebullición a P atm	T_b	247.73	247.73	K
Temperatura a la que se encuentra el tanque en el momento de la BLEVE.	T_0	297.75		K
Entalpía de vaporización del Gas L.P.	Hv	406.52442		kJ/kg
Capacidad calorífica de Gas L.P.	Cp	2.27106		kJ/kg K
% de energía convertida en sobrepresión.	E_{sp}	40		%
Masa de TNT equivalente del volumen de vapor contenido en el tanque.	m_{TNT}	**196.565**	157.252	kg

a) EXPLOSIÓN POR SOBREPRESIÓN PROVOCADA POR NUBES EXPLOSIVAS (MASA TNT)

Para el tanque de 250,000 litros de agua al 100%

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	**10.0 psi Distancia de la explosión**	**3.0 psi Distancia de la explosión**	**1.0 psi Distancia de la explosión**	**0.5 psi Distancia de la explosión**
Efectos de la explosión por la sobrepresión del recipiente	22.54 m	45.99 m	104.99 m	178.46 m

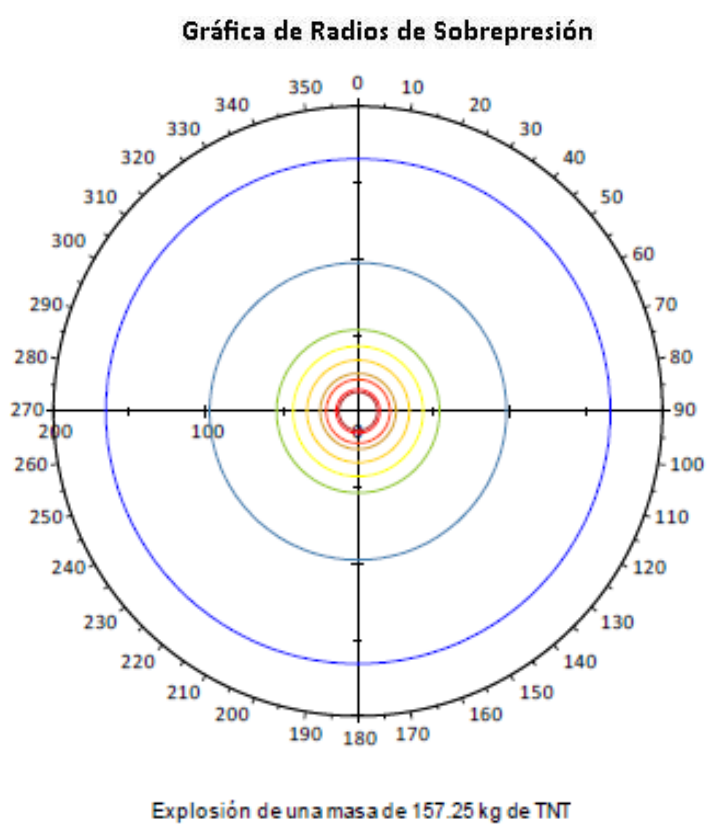
Grafica de distancias de afectación
Sobrepresión del recipiente (Modelo de equivalencia TNT)

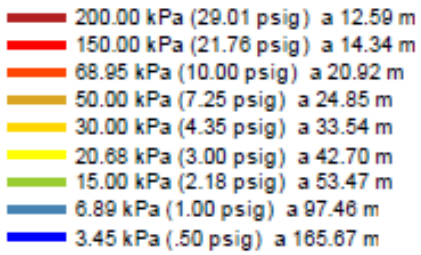


Para el tanque de 200,000 litros de agua al 100%

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	**10.0 psi Distancia de la explosión**	**3.0 psi Distancia de la explosión**	**1.0 psi Distancia de la explosión**	**0.5 psi Distancia de la explosión**
Efectos de la explosión por la sobrepresión del recipiente	20.92 m	42.70 m	97.46 m	165.67 m

Grafica de distancias de afectación
Sobrepresión del recipiente (Modelo de equivalencia TNT)



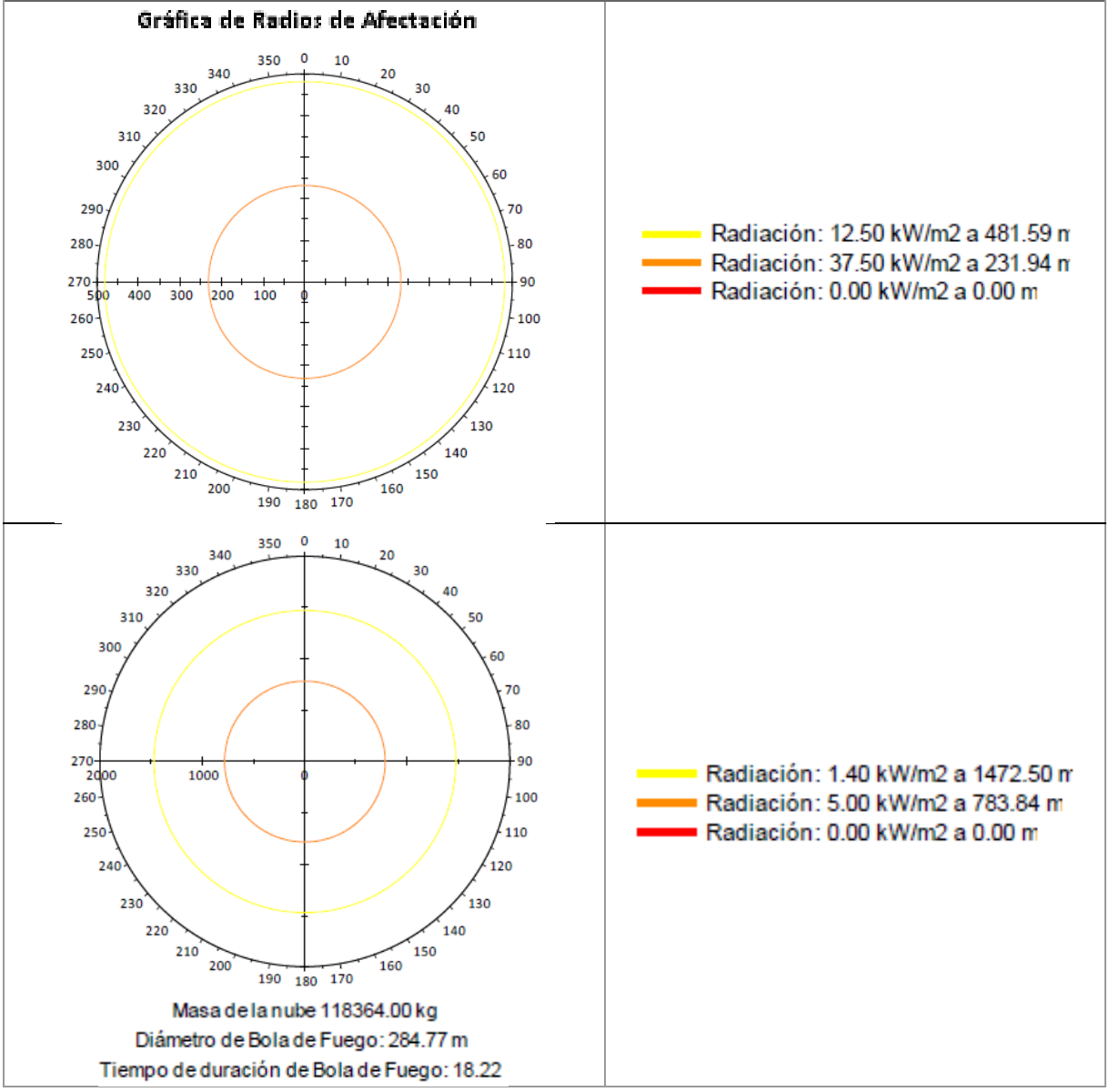


b) RADIACIÓN TÉRMICA POR BOLA DE FUEGO (FIREBALL)

Para el tanque de 250,000 litros de agua al 100%

DAÑOS CAUSADOS POR RADIACION TERMICA (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	**Distancia de afectación a 37.5 kW/m²**	**Distancia de afectación a 12.5 kW/m²**	**Distancia de afectación a 5 kW/m²**	**Distancia de afectación a 1.4 kW/m²**
Daños causados por la radiación de la bola de fuego	231.94 m	481.59 m	783.84 m	1472.50 m
Máxima diámetro de la bola de fuego	284.77 m			
Altura al centro de la bola de fuego	213.58 m			
Duración de la bola de fuego	18.2 s			

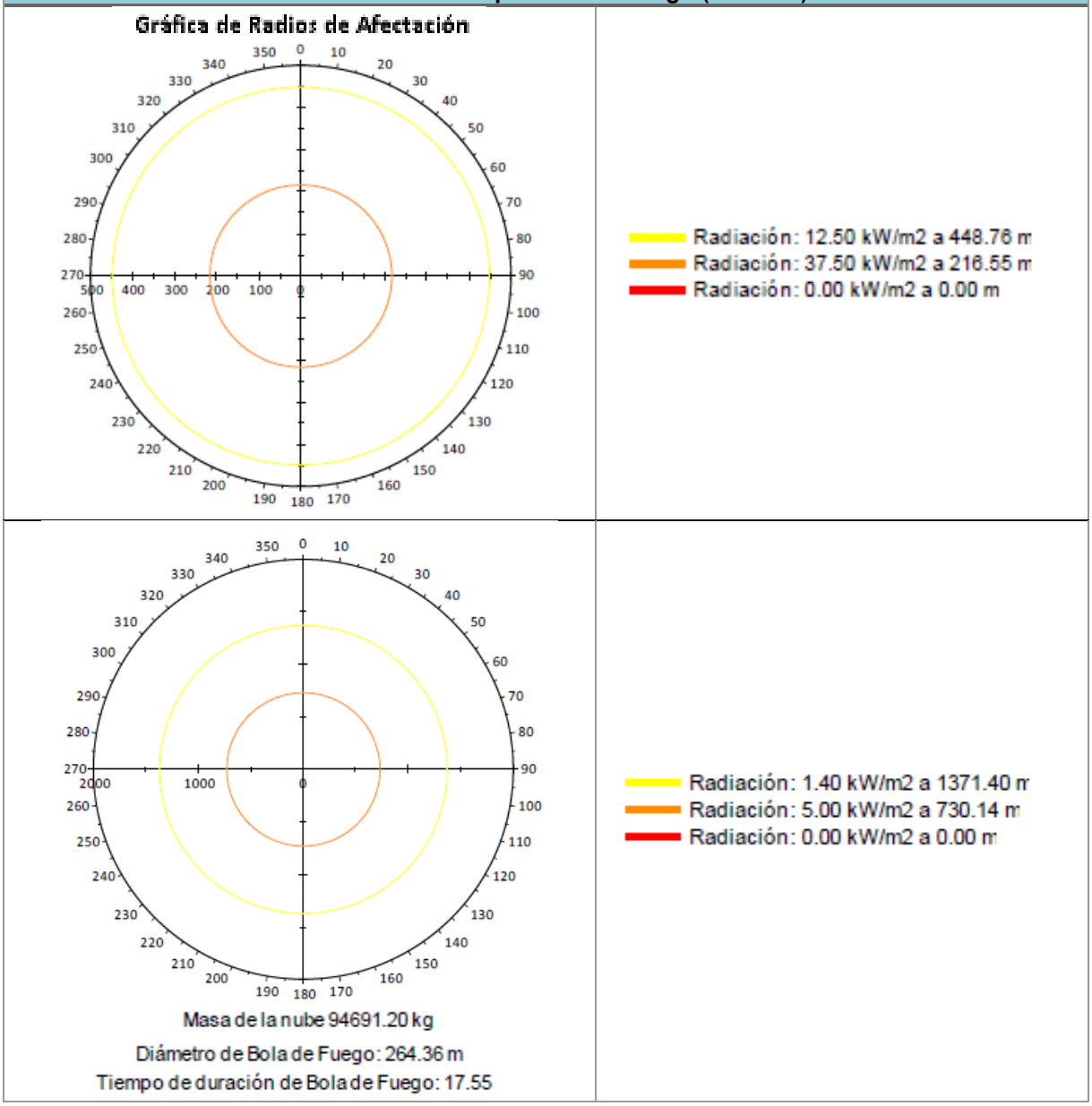
Grafica de distancias de afectación
Radiación térmica por bola de fuego (Fire ball)



Para el tanque de 200,000 litros de agua al 100%

DAÑOS CAUSADOS POR RADIACION TERMICA (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	**Distancia de afectación a 37.5 kW/m²**	**Distancia de afectación a 12.5 kW/m²**	**Distancia de afectación a 5 kW/m²**	**Distancia de afectación a 1.4 kW/m²**
Daños causados por la radiación de la bola de fuego	216.55m	448.46 m	730.14 m	1371.40 m
Máxima diámetro de la bola de fuego	264.36 m			
Altura al centro de la bola de fuego	198.27 m			
Duración de la bola de fuego	17.6 s			

Grafica de distancias de afectación
Radiación térmica por bola de fuego (Fire ball)



ESCENARIO 7
LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES

(DESPRENDIMINETO DE LA PUNTA POL DURANTE EL LLENADO DE UN RECIPIENTE PORTÁTIL)

PARÁMETROS UTILIZADOS.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Densidad de la fase líquida.	$\rho_{líquido}$	591.82	kg/m³
Longitud de la manguera.	L	2.00	m
Diámetro de la manguera de gas líquido.	d	0.013	m

Cálculo de la masa fugada:

Área transversal de la manguera: $(\pi d^2/4)$ m^2

$$a = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi(0.013m)^2}{4} = 0.000133\, m^2$$

Volumen del líquido atrapado en la manguera:

$$v_{Liq-mang} = LA$$

$$v_{Liq-manguera} = LA = (2.00\, m)(0.000133\, m^2) = 0.000265\, m^3$$

Masa de este volumen:

$$\left|\frac{591.82\, kg}{m^3}\right| 0.000265\, m^3| = 0.157\, kg$$

Se supone que el escape accidental de **0.157 kg de GLP correspondiente a una emisión instantánea de corta duración** conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocará una llamarada o flash fire y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

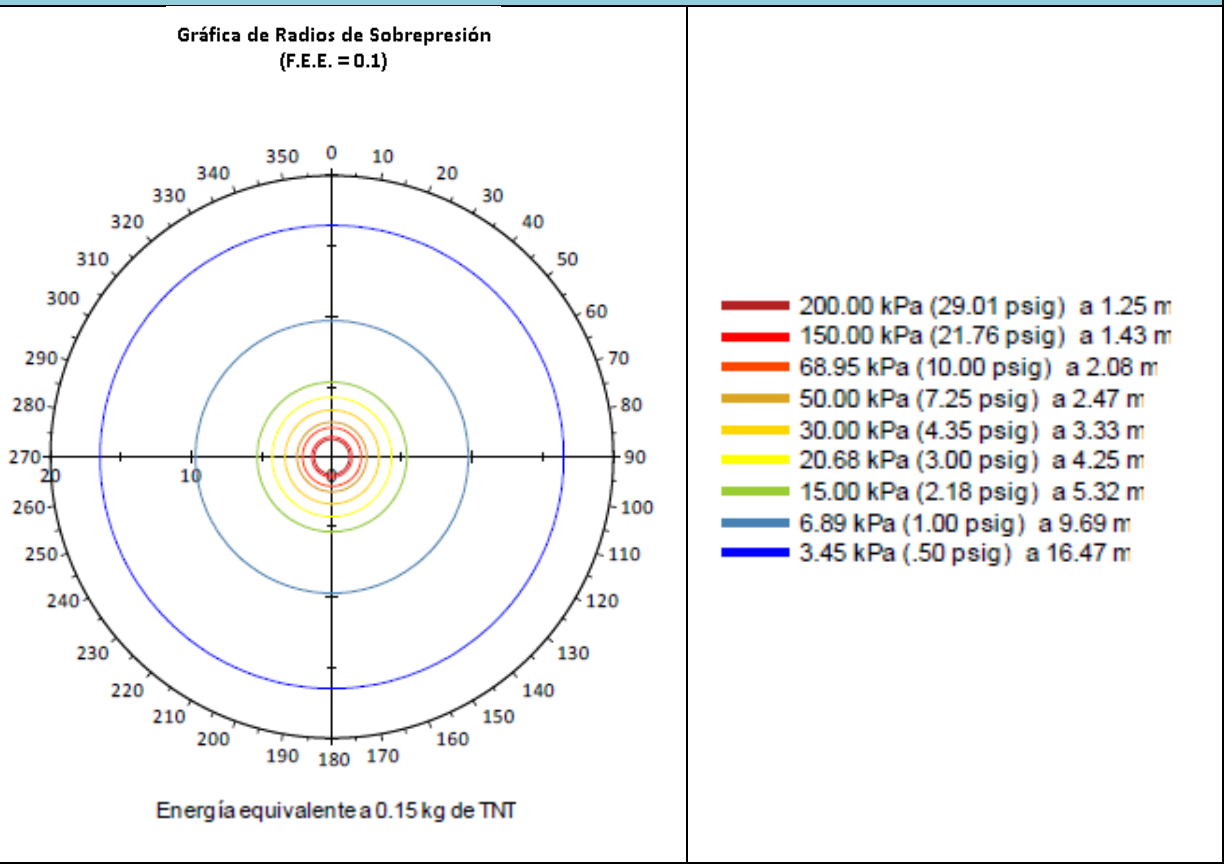
Sin embargo, dicha cantidad de masa de GLP emitida a la atmósfera formaría un volumen de 0.0174 m^3 de una nube de vapor inflamable la cual alcanzaría las concentraciones de interés LII en el punto de origen de la fuga. Por lo que se puede decir que la llamarada sólo tendría consecuencias en ese punto.

a) EXPLOSIÓN PROVOCADA POR NUBE EXPLOSIVA

Para la determinación de las zonas de afectación por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	**10.0 psi Distancia de la explosión**	**3.0 psi Distancia de la explosión**	**1.0 psi Distancia de la explosión**	**0.5 psi Distancia de la explosión**
Efectos de la explosión por la sobrepresión del recipiente	2.08 m	4.25 m	9.69 m	16.47 m

Grafica de radios de afectación



ESCENARIO 8
LLENADO DE CILINDROS PORTÁTILES
(FUGA INSTÁNTANEA DEL CONTENIDO TOTAL DE UN RECIPIENTE TRANSPORTABLE DE 30 KG)

SI AL ESTAR LLENANDO UN RECIPIENTE TRANSPORTABLE, DEBIDO AL DESGASTE DEL MATERIAL DE ESTE EN LA SOLDADURA DEL FONDO Y LA PRESIÓN QUE SE EJERCIERA POR EL LLENADO. PROVOCARÍA UN DESPRENDIMIENTO DEL TANQUE CON LA **FUGA INSTANTÁNEA DE LA CAPACIDAD DE UN RECIPIENTE TRANSPORTABLE.**

PARÁMETROS UTILIZADOS.

Descripción	Cantidad	Unidad
Capacidad de almacenamiento al 100 %:	73	L
% al que debe operar el tanque:	0.7	X 100
Contenido de líquido a dicho %:	51.1	L
	0.051	m^3
Contenido de vapor en el tanque:	0.0219	m^3

Masa del gas liberado	m	30	kg
Volumen del gas líquido liberado	V_{liq}	51.1	L
Densidad de la fase vapor	ρ_{vap}	2.01	kg/m^3

Se supone que el escape accidental de **30 kg de GLP correspondiente a una emisión instantánea** conlleva a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocara una llamarada o flash fire y eventualmente una explosión con efectos mecánicos (sobrepresión).

a) DISPERSIÓN DE UNA NUBE INFLAMABLE. (FLASH FIRE)

Cálculo de las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.5 m (altura promedio en las personas), considerando que durante la dispersión de la masa fugada formará una nube de vapor que se dispersará corriente abajo del punto de emisión, los vapores con densidades superiores a la del aire tienen la tendencia a caer y dispersarse a ras del suelo hasta que la nube alcance una densidad parecida a la del aire.

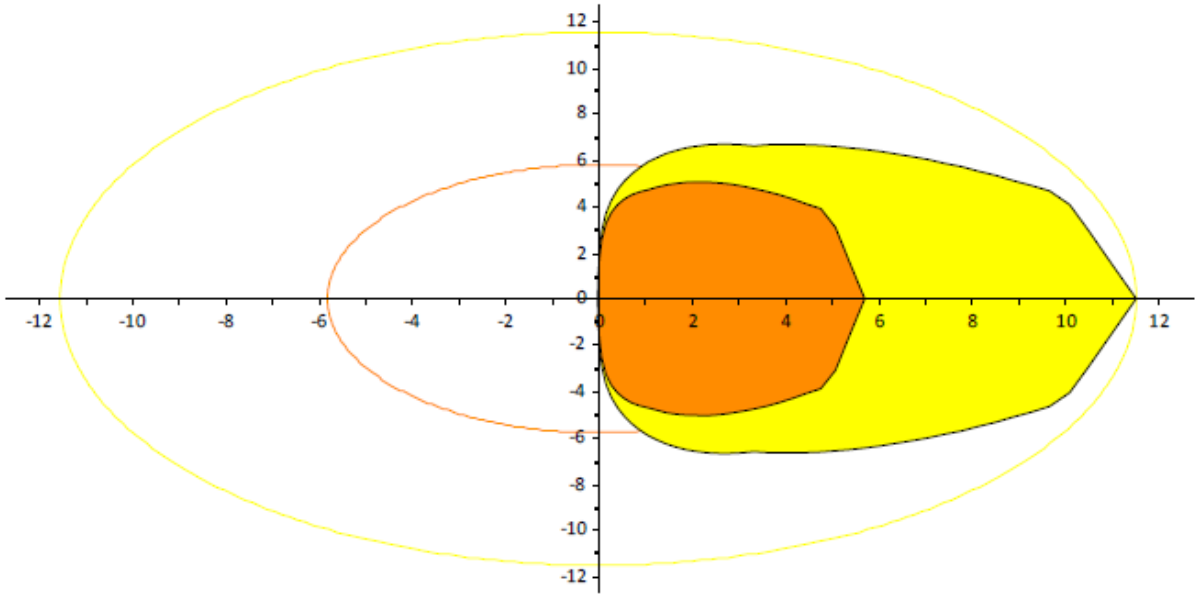
Se muestra el comportamiento de la nube en los distintos planos de interés:

Altura de interés: 1.5 m			
Concentraciones de interés	**X Distancia**	**Y de exclusión**	**Dist. Máx**
Para ½ L.I.I. (Zona de quemado)	0.00 hasta 11.53 m	6.69 m	11.53 m
Para L.I.I. 1.8 %	0.00 hasta 5.71 m	5.05 m	5.80 m
Para L.S.I. 9.3%	0.00 hasta 0.01 m	0.00 m	0.01 m

La nube de gas formada por la fuga de gas l.p. debida a la fuga instantánea del contenido total de un recipiente transportable de 30 kg alcanzará su límite inferior de inflamabilidad L.I.I a los 5.71 m. El 0.5 L.I.I. se alcanza a los 11.53 m.

En caso de que se lleve a cabo la liberación (instantánea) de gas l.p. y la posterior inflamación de la misma (llamarada), los niveles de radiación térmica alcanzados podrán provocar graves daños a equipos en un radio de 11.53 m y fatalidades en un radio de 5.71 m en dirección perpendicular a la dirección del viento.

Gráfica de Radios de Afectación a la altura de interés (1.60 m)
D (Neutra) Temp:24.6°C Hum:66 % Viento:3.3 m/s a 10.00 m



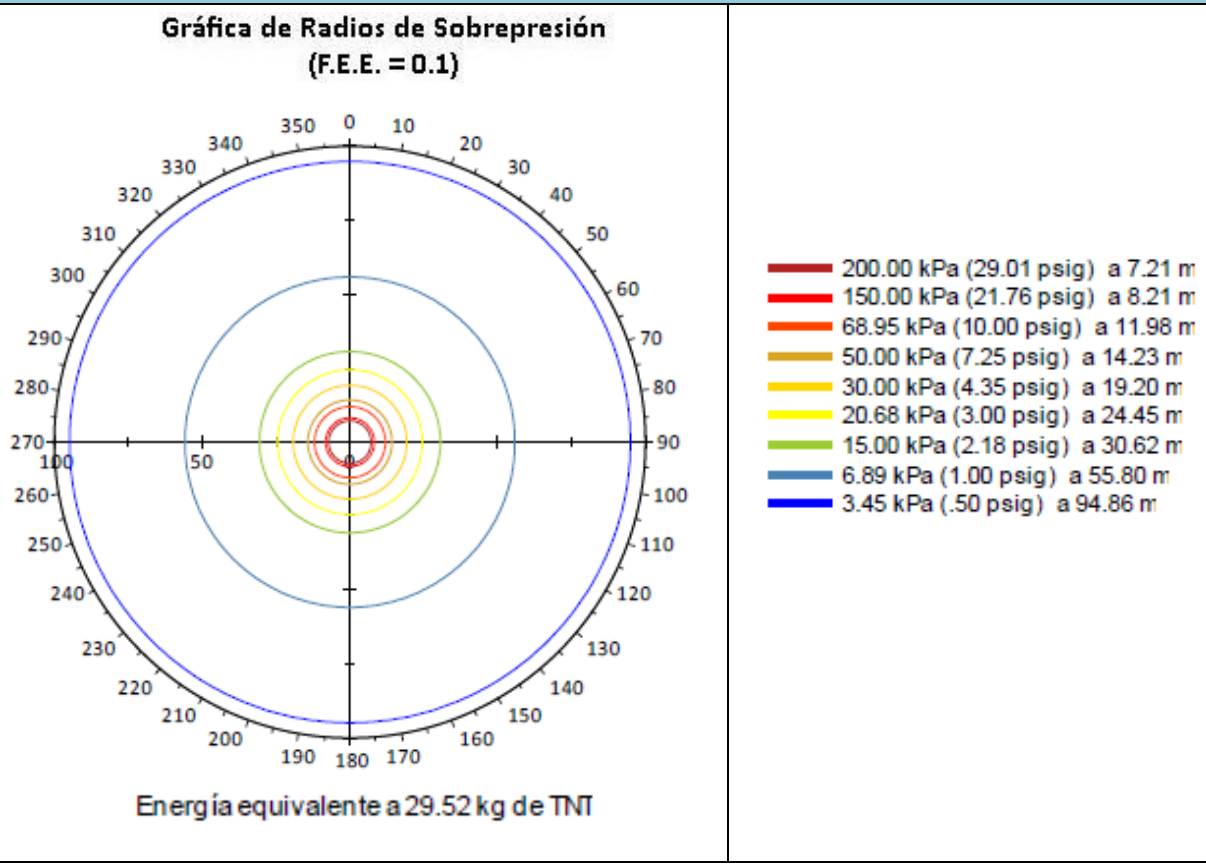
9000 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 11.53 m Y de exclusión: 6.69 m Dist. Máx: 11.53 m
18000 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 5.71 m Y de exclusión: 5.05 m Dist. Máx: 5.80 m
93000 ppm Desde: 0.00 m Hasta: 0.01 m Y de exclusión: 0.00 m Dist. Máx: 0.01 m

b) EXPLOSIÓN PROVOCADA POR NUBE EXPLOSIVA

Para la determinación de las zonas de afectación por explosividad se consideró el 10% de la energía total liberada.

MODELO DE SOBREPRESIÓN PROVOCADO POR NUBES EXPLOSIVAS (EFECTO RADIAL)				
MODELO DE EVALUACIÓN	**10.0 psi Distancia de la explosión**	**3.0 psi Distancia de la explosión**	**1.0 psi Distancia de la explosión**	**0.5 psi Distancia de la explosión**
Efectos de la explosión por la sobrepresión del recipiente	11.98 m	24.45 m	55.80 m	94.86 m

Grafica de radios de afectación



RESUMEN DEL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS
Para la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de "Gas Lucon, S.A. DE C.V." Planta Tihuatlán, Veracruz

DAÑOS OCASIONADOS POR LA EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA DE GLP (ONDAS DE SOBREPRESIÓN)

I. Explosión de una nube no confinada por la masa de GLP emitida a la atmósfera durante las operaciones de trasiego.

EVENTO	ÁREA	*ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN*			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
1	Recepción.	8.28 m	16.90 m	38.58 m	65.58 m
4	Suministro.	21.31 m	43.49 m	99.28 m	168.75 m
7	Muelle de llenado.	2.08 m	4.25 m	9.69 m	16.47 m
8	Muelle de llenado.	11.98 m	24.45 m	55.80 m	94.86 m

II. Explosión de una nube no confinada formada por la masa de GLP emitida a la atmósfera originada por el desfogue de la válvula de seguridad del recipiente (Semirremolque y tanques de almacenamiento).

EVENTO	ÁREA	*ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN*			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
2	Recepción (semirremolque)	29.52 m	60.24 m	137.21 m	233.75 m
5	Almacenamiento.	32.82 m	66.98 m	152.90 m	259.90 m

Nota: La capacidad de desfogue de cada válvula de seguridad de los tanques de almacenamiento es de 307.0 m^3/min.

DAÑOS OCASIONADOS POR UN DARDO DE FUEGO

I. Resultados relacionados con los daños causados por la radiación térmica producida por un dardo de fuego (Jet Fire).

EVENTO	ÁREA	*ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN*			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		37.5 KW/m^2	12.5 KW/m^2	5 KW/m^2	1.4 KW/m^2
2	Recepción (semirremolque)	13.14 m	22.40 m	34.81 m	64.08 m
4	Suministro	11.15 m	18.92 m	29.35 m	54.00 m
5	Almacenamiento	25.28 m	26.07 m	40.52 m	74.61 m

DAÑOS OCASIONADOS POR LA BLEVE DE UN RECIPIENTE

I. Onda de sobrepresión (efecto radial) causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en un recipiente (semirremolque y tanque de almacenamiento).

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
2	Recepción (semirremolque)	18.25 m	37.25 m	85.03 m	144.54 m
6	Almacenamiento (T-I)	22.54 m	45.99 m	104.99 m	178.46 m
	Almacenamiento (T-II)	20.92 m	42.70 m	97.46 m	165.67 m

II. Daños causados por la radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial).

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		37.5 KW/m^2	12.5 KW/m^2	5 KW/m^2	1.4 KW/m^2
2	Recepción (semirremolque)	172.82 m	333.23 m	534.24 m	997.09 m
6	Almacenamiento (T-I)	231.94 m	481.59 m	783.84 m	1472.50 m
	Almacenamiento (T-II)	216.55	448.76 m	730.14 m	1371.40 m

III. Características de la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada.

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	*EVENTO 3 RECEPCIÓN (SEMIRREMOLQUE)*	*EVENTO 6 ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GLP T-I*	*EVENTO 6 ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GLP T-II*
Diámetro $\left[D_{max} = 5.8M^{1/3}\right]$	163.71 m	284.77 m	264.36 m
Altura $[H = 0.75D_{max}]$	122.79 m	213.58 m	198.27 m
Duración máxima de deflagración	12.7 s	18.2 s	17.6 s

DAÑOS OCASIONADOS POR EL INCENDIO DE UN NUBE DE VAPOR (LLAMARADA O FLASH FIRE)

I. Zonas de afectación o zona de dispersión de una nube de gas inflamable.

EVENTO	ÀREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de fatalidad L.I.I. (100% letalidad)		Zona de quemado 0.5 L.I.I. (Graves daños a equipos)	
1	Recepción	**Distancia X=**	Desde 0 hasta 2.74 m	**Distancia X=**	Desde 0.00 hasta 6.19 m
		Y de exclusión=	2.73 m	**Y de exclusión=**	3.91 m
		Dist. Máx.=	3.05 m	**Dist. Máx.=**	6.19 m
4	Suministro (emisión chorro horizontal)	**Distancia X=**	Desde 1.48 hasta 24.70 m	**Distancia X=**	Desde 1.37 hasta 40.26 m
		Y de exclusión=	7.13 m	**Y de exclusión=**	11.24 m
		Dist. Máx.=	24.70 m	**Dist. Máx.=**	40.26 m
	Suministro (emisión instantánea)	**Distancia X=**	Desde 0.00 hasta 3.16 m	**Distancia X=**	Desde 0.00 hasta 6.95 m
		Y de exclusión=	3.07 m	**Y de exclusión=**	4.32 m
		Dist. Máx.=	3.45 m	**Dist. Máx.=**	6.95 m
8	Muelle de llenado	**Distancia X=**	Desde 0.00 hasta 5.71 m	**Distancia X=**	Desde 0.00 hasta 11.53 m
		Y de exclusión=	5.05 m	**Y de exclusión=**	6.69 m
		Dist. Máx.=	5.80 m	**Dist. Máx.=**	11.53 m

En el cálculo de los efectos derivados de la inflamación de una nube de gas, se establece que sólo se puede producir la ignición de la masa de gas en la zona comprendida entre los límites superior e inferior de inflamabilidad de la sustancia en cuestión. Dado que en la mayoría de los escenarios se ven involucradas mezclas de sustancias inflamables, para la determinación de los límites de inflamabilidad se ha usado un valor medio ponderado (50 % del límite inferior de inflamabilidad, zona donde aún es posible que ocurra la llamarada). Esta zona está definida como la **zona de quemado** y se define como la mitad del L.I.I. hasta el punto de emisión.

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%,** fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos.

Cabe subrayar que la definición y justificación de las zonas de seguridad en torno a la instalación se sustenta en los criterios establecidos por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, los cuales se indican en los puntos VI.3 y VI.4 de la presente guía. Asimismo, es importante señalar el daño probable o esperado a estos niveles definidos, es decir:

	Intensidad	Daño probable o esperado	Sobrepresión	Daño probable o esperado
ZAR por daño a equipos	37.5 kW/m^2	100% de mortalidad en 1 minuto de exposición	10.0 lb/plg^2	Posible destrucción total de edificios.
	12.5 kW/m^2	Zona de intervención: Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 seg.	3.0 lb/plg^2	Edificios con estructura de aceros distorsionados y arrancados de sus cimientos.
ZAR	5 kW/m^2	No existe letalidad. Probables quemaduras de segundo grado. Dolor después de una exposición de 20 segundos.	1.0 lb/plg^2	Demolición parcial de casas, quedan inhabitables.
ZA	1.4 kW/m^2	No se presentan molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.	0.5 lb/plg^2	Daño parcial en muros no reforzados, las personas que estén de pie o caminando pueden caer por la onda de sobrepresión.

Se anexa a continuación los Datos de especificación de Escenarios de Riesgo para cada uno de los eventos evaluados.

VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.).

La definición y justificación de las zonas de seguridad al entorno de la instalación se sustenta en los criterios que se indican a continuación:

	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)
Zona de alto riesgo por daño a equipos	37.5 kW/m^2 12.5 kW/m^2	10.0 psi 3.0 psi
Zona de alto riesgo	5 kW/m^2	1.0 psi
Zona de Amortiguamiento	1.4 kW/m^2	0.5 psi

Por lo tanto, las zonas de seguridad en torno a la instalación quedarán definidas por los radios potenciales de afectación arrojados por la evaluación del **EVENTO CATASTRÓFICO (de menor probabilidad pero de mayor daño) el cual corresponde a la BLEVE del tanque de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros,** que por seguridad nunca se encuentran a más del 80% de su capacidad.

Es necesario aclarar que este evento está sobrestimado, ya que como se mencionó anteriormente su probabilidad es muy baja, y si consideramos que:

RIESGO = PROBABILIDAD (FRECUENCIA) * DAÑO

Aunque el daño puede resultar un tanto significativo, la probabilidad es tan baja que el riesgo es mínimo.

Si evaluáramos estrictamente el riesgo de manera matemática, referente al evento catastrófico, tenemos:

$$\text{Probabilidad} = \frac{CERO - BLEVE - en - empresas - privadas}{En - 100 - años}$$

$$\text{Daño} = \frac{CERO - Víctimas}{Por - BLEVE - en - empresas - privadas}$$

Nota: Registro observado de un “Análisis histórico de incidentes BLEVE” reportado en el “Manual de Seguridad Industrial en Plantas Químicas y Petroleras; Fundamentos, evaluación de riesgos y diseño, Vol. I, pag. 348 Ed. Mc Graw Hill”.

Matemáticamente el valor del RIESGO es **“CERO víctimas”**, sin embargo, sabemos que el riesgo siempre existe, además hallar un valor de riesgo siempre es una PREDICCIÓN, por lo que es importante incrementar medidas de seguridad, para disminuir radios de afectación.

Se considera que la explosión BLEVE tiene una probabilidad baja debido a que es consecuencia de una serie de eventos específicos como los que se describen a continuación:

SUCESO INICIAL.

Para que se diera el evento 6 que definimos como evento de menor probabilidad pero de mayor daño, debe presentarse el evento 3, el cual se desarrolla en el supuesto de que ninguna medida mitigante funcione, situación sobrestimada.

Las medidas de seguridad que actuaran en caso de que se presente esta situación son:

Respuestas de seguridad.

- Válvulas hidrostáticas en todas las tuberías necesarias.
- Paros automáticos.
- Válvulas de exceso de flujo.

Mitigación.

- Venteo. (Válvulas de seguridad para aliviar exceso de presión el tanque de almacenamiento).
- Sistema de aspersión en área de almacenamiento.
- Hidrantes.
- Extintores.

Operaciones de emergencia

- Alarmas.
- Procedimientos de emergencia.
- Equipos de protección personal.

Respuestas de control, respuestas de los operadores.

- Identificación de paros automáticos, tablero eléctrico.
- Capacitación a los operarios (planteros).
- Participación en el desarrollo de simulacros.
- Formación de brigadas.

Agentes externos.

- Promocionarán la participación y desarrollo de Programas de Prevención de Accidentes a nivel interno y externo.

Flujo adecuado de información.

- Desarrollarán propuestas para informar a la población presente en los alrededores y principalmente a las industrias cercanas.

A continuación, se representan cada uno de los eventos ***máximos probables*** **1, 4, 7 y 8** que presentan **mayor probabilidad de ocurrencia *(con respecto a los demás)*** y que en caso de presentarse estos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores. Asimismo se representa el evento **3** que es el iniciador que desencadena el evento **6**.

Se anexa a continuación la representación en planos de los radios potenciales de afectación de cada uno de los eventos evaluados.

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO. EFECTO DOMINO.

El efecto dominó se puede definir como *"un conjunto correlativo de sucesos en los que las consecuencias de un accidente previo se ven incrementadas por éstos, tanto espacial como temporalmente, generando un accidente grave*".

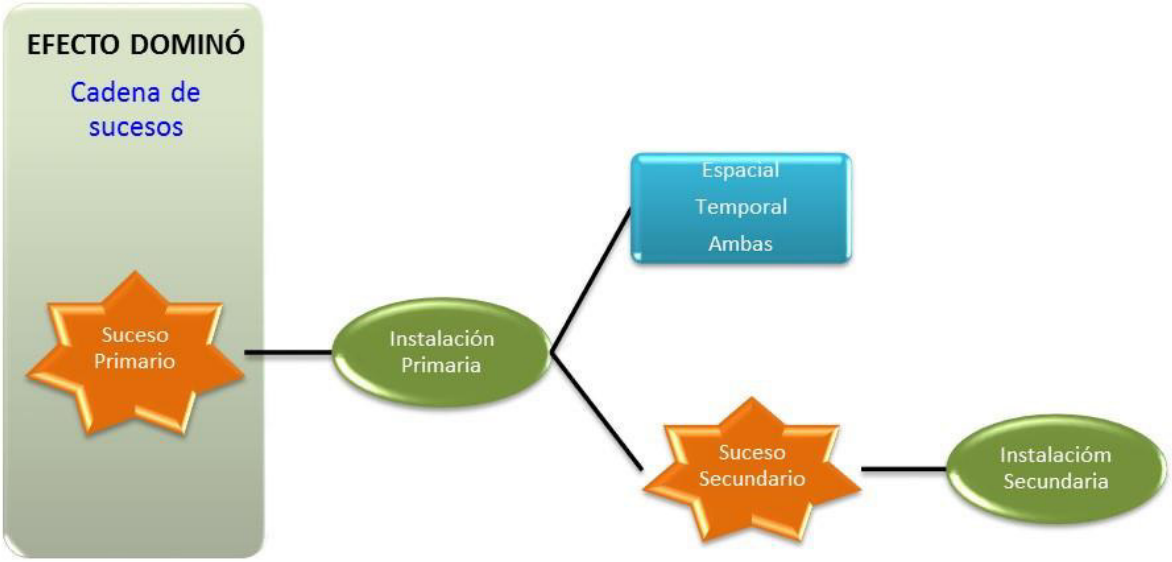
La definición que se presenta en el Real Decreto 1254/99, es la siguiente:

"La concatenación de efectos que multiplica las consecuencias, debido a que los fenómenos peligrosos pueden afectar, además de los elementos vulnerables exteriores, otros recipientes, tuberías o equipos del mismo establecimiento o de otros establecimientos próximos, de tal manera que se produzca una nueva fuga, incendio, explosión, estallido en los mismos, que a su vez provoque nuevos fenómenos peligrosos"

A partir de esta definición, se puede deducir lo siguiente:

Un efecto dominó implica la existencia de un accidente "primario" o "iniciador" que afecta a una instalación primaria (este accidente puede no ser un accidente grave), pero que induce uno o varios accidentes "secundarios" que afectan a una o varias instalaciones secundarias. Este accidente o accidentes secundarios deben ser accidentes más graves y deben extender los daños del accidente "primario".

La extensión de los daños es tanto espacial (áreas no afectadas en el accidente primario, ahora resultan afectadas), como temporal (el accidente secundario afecta a la misma zona pero retardado en el tiempo; en este caso las instalaciones primarias y secundarias pueden ser la misma), o ambas



Los eventos que se consideran tienen potencial para generar la escalación a un evento de mayores proporciones es la BLEVE de un recipiente presurizado (semirremolque y tanques de almacenamiento temporal de Gas L.P.), una vez que en caso de que alguno de estos eventos ocurra se considera que, debido a la cercanía de los otros recipientes, se generaría un efecto dominó lo cual implica las explosiones del tipo BLEVE de los tanques de almacenamiento de Gas L.P. restantes.

Como se ha mencionado en la propuesta de los eventos a evaluar en el presente estudio, la BLEVE de uno de los recipientes de almacenamiento temporal de GLP es resultado de la interacción de la BLEVE de un semirremolque con dicho tanque. A su vez, siguiendo el mismo supuesto, se considera la BLEVE del recipiente restante con el que cuenta la empresa Gas Lucon, S.A. de C.V.

Se conoce que entre los efectos de una explosión tipo BLEVE están las ondas de sobrepresión, la radiación térmica y los proyectiles provenientes de la fragmentación del recipiente. Dichos efectos de daño directo son causas de propagación favoreciendo la aparición de otras eventualidades denominadas secundarias que pueden aparecer de manera serial o paralela, teniendo como consecuencia algún daño en una unidad de proceso o recipiente de alguna sustancia química peligrosa.

Es importante señalar que como posibles vectores de escalación de eventos se consideran la sobrepresión y la proyección de fragmentos, debido a la corta duración de la bola de fuego lo que limita la posibilidad de que ésta llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones. Cabe mencionar que a algunos autores consideran que entre un 30 y 50 % de los accidentes que involucran un evento dominó provienen de los efectos de onda de sobrepresión.

Se considera que las ondas de sobrepresión se mueven radialmente desde el punto de la explosión. La interacción de dichas onda con otros elementos (equipos de proceso y/o recipientes) depende del diseño del equipo (resistencia). Cabe destacar que al ocurrir una explosión, el **efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia,** por lo que el impacto que una persona puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren. Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como perdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional.

Por lo que en este apartado se presenta un análisis y evaluación de las posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos definidas por los efectos de la BLEVE.

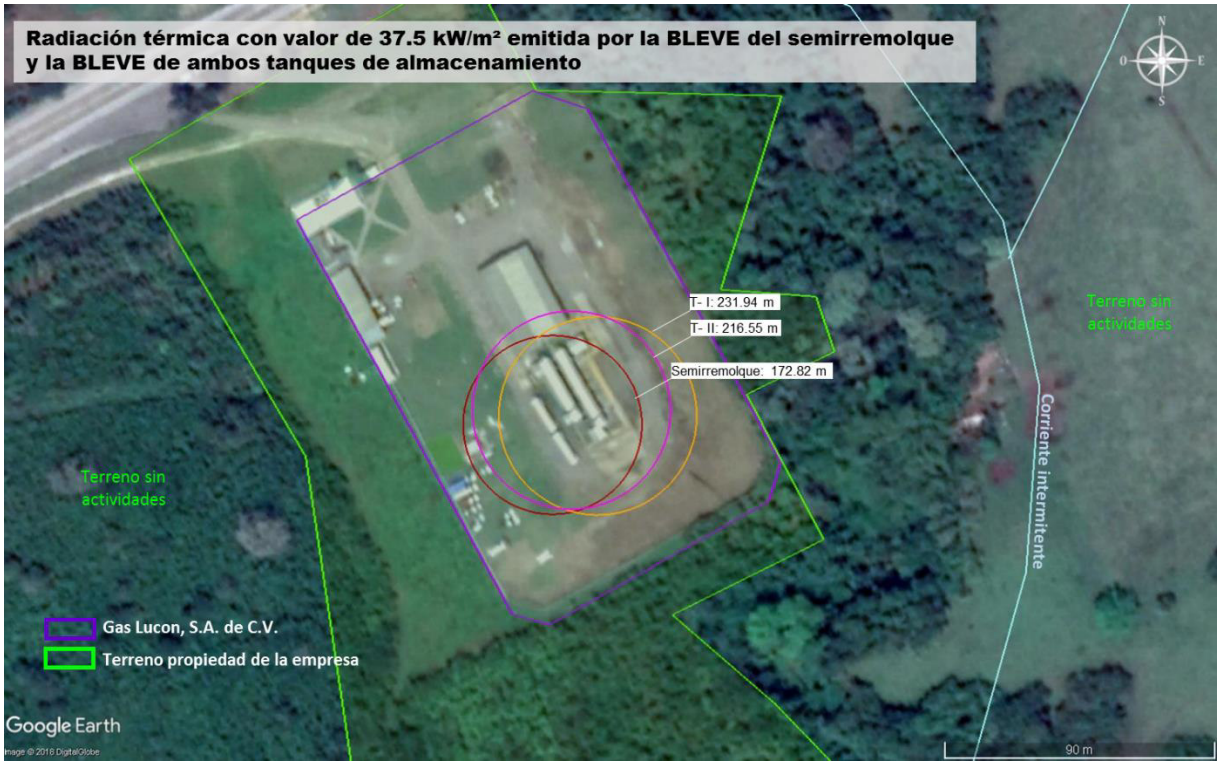
Aunque la radiación térmica emitida por la BLEVE del tanque de almacenamiento es la que posee mayores alcances, es de suma importancia resaltar que el *nivel de daño estará en función del flujo térmico recibido, el tiempo de exposición y la distancia a la que se encuentre el elemento de interés.*

De acuerdo a Robertson, R.B.; (1976). *"Spacing in Chemical Plant Design Against Loss by Fire". I. Chem. E. Symposium Series, 47, Accidental release, assessment containment and control, 157;* pueden producirse **incendios secundarios en edificaciones** cuando éstas se hallen sometidas a **flujos de radiación superiores a 12.6 kW/m²** y cuando la radiación sea **superior a 37.5 kW/m²** se pueden provocar **daños a equipos de proceso y tanques de almacenamiento de productos inflamables.**

El valor límite para edificaciones es inferior al de plantas de proceso debido a la generación de mayor emisión de vapores inflamables en los elementos estructurales de madera, papel, plásticos, recubrimientos, etc. El segundo límite se fundamenta en estudios sobre distribución de tanques de almacenamiento de productos inflamables, donde se establece que, por razones de seguridad **ante el incendio de un tanque, cualquier otro contiguo no debe recibir una radiación superior al valor indicado**. El citado autor establece un límite de **tiempo** en torno a **20 minutos para que se produzca la ignición del elemento vulnerable.**

En este sentido se tiene que en caso de una eventualidad relacionada con el fenómeno de la BLEVE del semirremolque, de un tanque de almacenamiento de 250,000 y un tanque de almacenamiento de 200,000 litros **se esperarían incendios secundarios** en un radio de **333.23, 448.76 y 481.59 metros**, respectivamente, donde únicamente se encuentran instalaciones y terreno propiedad de la misma empresa.

De igual forma el nivel de radiación equivalente a 37.5 kW/m^2 únicamente afectaría instalaciones de propia empresa.



Sin embargo, para que **se produzca la ignición** del elemento vulnerable este deberá recibir dicha radiación por un tiempo mínimo de 20 minutos, situación poco probable, una vez que esto supone que ante el desarrollo de un incendio secundario en estas instalaciones ninguna medida mitigante funcione. Asimismo, la corta duración de la bola de fuego, limita la posibilidad de que ésta llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones; no eximiendo de esta forma que dicha radiación afecte a las personas o genere incendios secundarios.

Por tanto queda claro que el tiempo de exposición a la radiación incidente es un factor determinante para que se pueda desarrollar un efecto dominó, por lo que la actuación inmediata de los equipos y dispositivos de seguridad con que cuenta cada una de estas instalaciones reducirá la posibilidad de que esto suceda.

A continuación se analizará el vector de escalación por sobrepresión de ambas BLEVE.

Se considera que las ondas de sobrepresión se mueven radialmente desde el punto de la explosión La interacción de dichas onda con otros elementos (equipos de proceso y/o recipientes) depende del diseño del equipo (resistencia).

Cabe destacar que al ocurrir una explosión, el **efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia,** por lo que el impacto que una persona puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren.

Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como perdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional.

En la siguiente tabla se presentan los daños a equipos en diferentes niveles de presión:

Tabla 2.1. Daños a equipos a diferentes niveles de presión

Presión	Daño
20.00 kpa (2.9 psi)	Desplazamiento de soportes de acero Deformación de tubos 20% daño, proceso de planta 100% daño, tanque atmosférico 50% daño de equipo
27 kpa (3.92 psi)	Falla de un recipiente de acero
35.00 kpa (5.08 psi)	80% de daño de la planta de proceso
42.0 kpa (6.09 psi)	Falla de tubos Deformación de recipiente presurizado
47 kpa (6.82 psi)	Fallas en equipos no presurizados
55 kpa (7.98 psi)	20% de daño en tanque de petróleo de acero esférico
61.22 kpa (8.88 psi)	Falla catastrófica en tanque horizontal presurizado
69.0 kpa (10.01 psi)	Desplazamiento y falla de equipo pesado

Fuente: “Damage to Process Equipment Due to Pressure Loads”

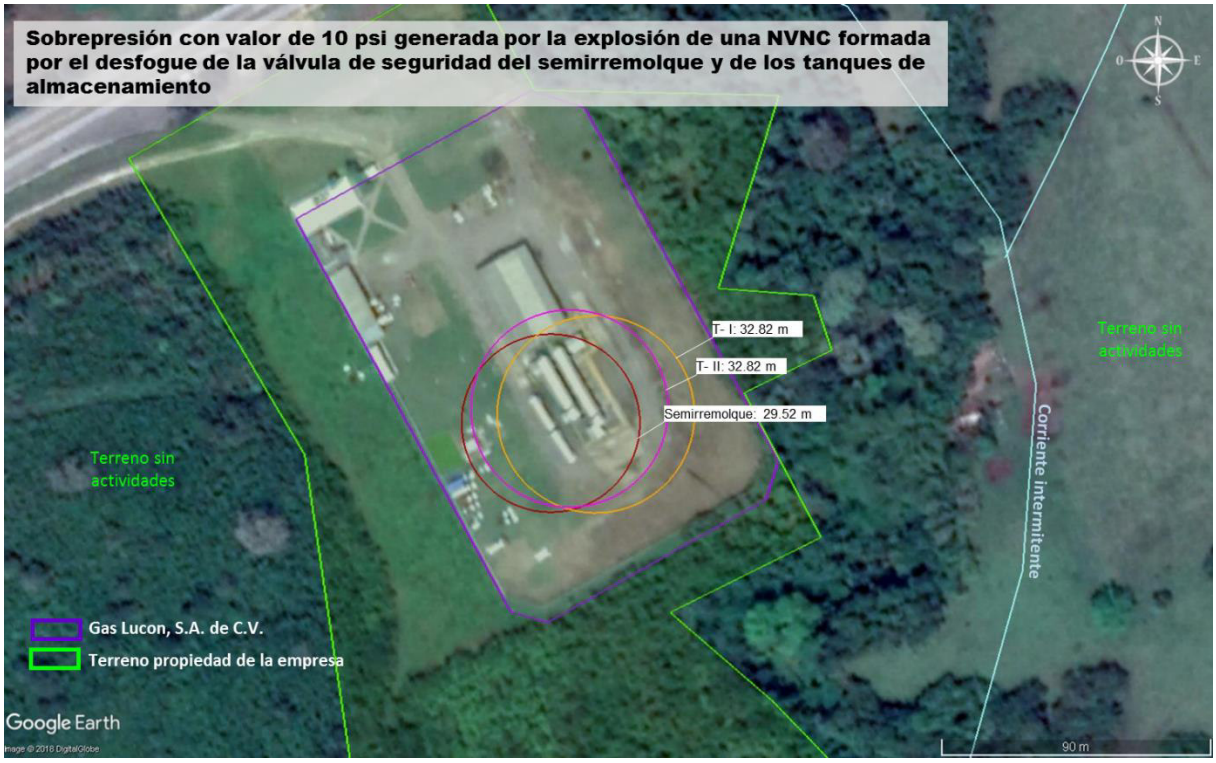
A continuación se describen los radios de afectación arrojados por el Modelo de Sobrepresión provocado por nubes explosivas del software SCRI – Fuego 2.0. La **Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos** determinada por la **onda de sobrepresión** causada por la expansión del vapor y del líquido contenido en los **recipientes de GLP (semirremolque y tanques de almacenamiento)** y por la explosión de la NVNC de masa emitida por el desfogue de la válvula de seguridad de dichos recipientes se tiene el siguiente análisis:

Tabla 2.2. Radios por sobrepresión del semirremolque y tanques de almacenamiento

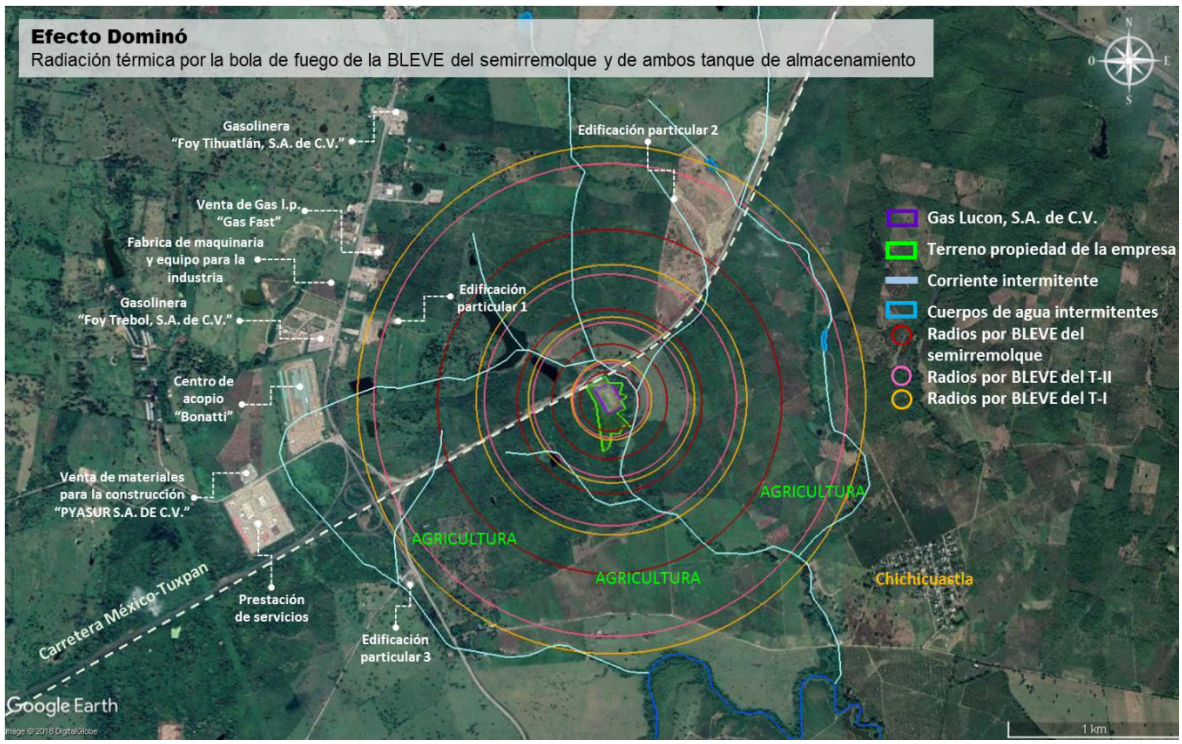
Equipo	Presión	NVNC (desfogue válvula seguridad)	Sobrepresión por BLEVE de tanque de almacenamiento
Semirremolque	**3.0 psi**	60.24	37.25
T-I		66.98	45.99
T-II Y T-III			42.70
Semirremolque	**10.0 psi**	29.52	18.25
T-I		32.82	22.54
T-II Y T-III			20.92

Radios de sobrepresión generadas por la BLEVE del semirremolque y la BLEVE de ambos tanques de almacenamiento.

Radios de sobrepresión generadas por la explosión de una NVNC formada por el desfogue de la válvula de seguridad del semirremolque y de los tanques de almacenamiento.



Dentro de estos radios no se encuentra ubicado ningún tipo de instalación con la que pudiera presentar una interacción de riesgo, dentro de estos radios únicamente se encuentran instalaciones y terrenos de la propia empresa. Sin embargo, cualquier tipo de interacción de los eventos BLEVE con las instalaciones de la planta queda englobada en los radios totales de afectación determinados por la BLEVE del tanque de mayor capacidad.



Cabe recordar que para que se lleve a cabo una BLEVE deben darse ciertas condiciones necesarias para la producción de este fenómeno, tales como:

a) Tiene que tratarse de un gas licuado o un líquido sobrecalentado y a presión.
b) Que se produzca una **súbita baja de presión** en el interior del recipiente, esta condición puede ser originada por impactos, rotura o fisura del recipiente, actuación de un disco de ruptura o válvula de alivio con diseño inadecuado.

Por lo que las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de presentarse una BLEVE están orientados a evitar las condiciones determinantes que permiten el desarrollo de este fenómeno y la cuales están orientadas a:

- Limitación de presiones excesivas.
- Limitación de temperaturas excesivas.
- Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES EXCESIVAS.

A) Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.

Las **válvulas de seguridad para alivio de presiones**, así como los **discos de ruptura**, son dos elementos clave frente a sobrepresiones. Ellos permiten que no se alcance la presión de

diseño de los propios recipientes. Tales elementos de seguridad, por un incorrecto diseño o por un deficiente mantenimiento, pueden convertirse en ineficaces, por lo que es fundamental que en todo momento dichos elementos estén en perfectas condiciones.

Las válvulas de seguridad bien diseñadas deberán al menos retrasar el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior.

Con base en los conocimientos expuestos sobre la formación de BLEVE's, de ser posible, las válvulas de alivio de presiones deberían estar dimensionadas para que abrieran antes de alcanzarse la presión correspondiente a la temperatura límite de sobrecalentamiento y ello con una inercia de respuesta mínima.

De acuerdo a lo anterior expuesto, cada tanque cuenta con dos aditamentos múltiples bridados marca REGO modelo A8547G de 102 mm (4") de diámetro. Cada múltiple cuenta con cuatro válvulas de seguridad marca REGO modelo A3149MG de 64 mm (2½") de diámetro con capacidad de 307 m^3/min cada una. Considerando que operan solo 3 válvulas en el múltiple.

B) Control riguroso del grado de llenado de los recipientes.

Es una medida de seguridad fundamental, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normativa, el cual está en función de las características del fluido y de sus condiciones de almacenamiento.

Ningún recipiente es capaz de resistir la sobrepresión que se genera sobre sus paredes interiores a causa de la dilatación del propio líquido al aumentar la temperatura. **Por este motivo los tanques de almacenamiento están dotados de los adecuados sistemas de regulación y control del nivel de llenado (medidor rotatorio de nivel, medidor magnético de nivel, válvulas de exceso de flujo, etc.)**

Los recipientes cuentan con las siguientes características:

- Un medidor rotatorio marca Rochester modelo Magnetel de 25.4 mm de diámetro
- Un termómetro marca Rochester de -50°C a 50°C, de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro marca Metron con intervalo mínimo de lectura de 0 a 21 kg/ cm2
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro, al 85 y 90% del volumen.

El tanque 1 cuenta con:

- Una válvula de exceso de flujo para gas líquido marca Rego modelo A7529V6 con un diámetro de 76 mm (3") y con capacidad de 946 LPM (250 GPM).
- Una válvula de exceso de flujo para retorno de gas líquido marca REGO modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 583.77 LPM (122 GPM).
- Dos válvulas de exceso de flujo para vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm de diámetro (2") con capacidad de 37600 DFM (1,065 m3/min).

El tanque 2 cuenta con:

- Cuatro válvulas de exceso de flujo para gas líquido marca Rego modelo A7529V6 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 946 LPM (250 GPM).
- Tres válvulas de exceso de flujo para retorno de líquido marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 583.77 LPM (122 GPM).
- Cuatro válvulas e exceso de flujo para vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 37600 CFM (1,065 m3/min).

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS EXCESIVAS.

Dado que el calor radiante producido en los incendios es la principal fuente de generación de estas explosiones, es fundamental un riguroso control sobre las medidas de prevención contra los incendios.

A continuación se indican las medidas básicas:

Sistemas de aspersión.

Esta medida es imprescindible para evitar el impacto térmico sobre la superficie de todo recipiente expuesto a fuego directo o a los efectos de radiación térmica de una BLEVE o incendio generado en un área próxima.

El agua contra incendios rociará todo el depósito pero en especial su parte superior en contacto con la fase vapor en donde pueden alcanzarse fácilmente temperaturas críticas.

Tal rociado de agua forma parte de la instalación fija de agua contra incendios. La tubería está instalada simétricamente por arriba de cada tanque y son de 51 mm de diámetro.

El rociado se hace colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 56 boquillas para el tanque 1 y 46 boquillas para el tanque 2. Las boquillas de rociado son marca Spraying Systems con un gasto de 29.52 L.P.M. y a una presión de 3.0 kg/cm^2.

PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Asimismo, de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002** se realiza la medición ultrasónica de espesores al recipiente a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.

En el caso de los recipientes de almacenamiento, se cuenta con los siguientes dictámenes técnicos de conformidad con la ya mencionada Norma, emitidos por la UVSELP-160-C Unidad de Verificación Ing. Miguel Ángel Viazcán.

- **Dictamen número EUT-013-0625/2017 con fecha de 12 de octubre de 2017**
- **Dictamen número EUT-013-066/2017 con fecha de 28 de octubre de 2017**
  Ver documentos en la sección de anexos.

Determinación y justificación de la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente.

La planta de distribución de GLP perteneciente a **Gas Lucon, S.A. de C.V.** está ubicada en la carretera México-Tuxpan en km 226+500, municipio de Tihuatlán en el estado de Veracruz, un predio con un área total de **55,472 m^2**, de los cuales la planta solo ocupa **16,386.8 m^2.**

La operación del presente proyecto busca ser compatible con las políticas establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), con la finalidad de dar cumplimiento y contribuir al mejoramiento sustentable del sitio donde se ubica la planta, la cual se encuentra dentro de la Región Ecológica 18.18, UAB 118 denominada Lomeríos de La Costa Golfo Norte con una política ambiental de Restauración y Aprovechamiento Sustentable.

En relación al requerimiento que exige la NOM-001-SESH-2014 en su numeral 4.2.1.26 referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, el proyecto cumple en su totalidad con esta exigencia.

En este sentido, se determina que las actividades de la instalación son compatibles con los lineamientos señalados en las líneas anteriores, además, de considerar que las actividades del proyecto no contemplan procesos de transformación de materiales o reacciones químicas, además de tener contempladas medidas de prevención y mitigación para los posibles eventos indeseados que pudieran presentarse.

Por lo que se concluye que si bien en el radio de la zona de alto riesgo por daño a equipos definida por el evento catastrófico no se ubican instalaciones de tipo comercial y de servicios, por lo tanto no habrá una interacción de riesgo, no obstante, existe la posibilidad de que la BLEVE de uno de los tanques instalados en la planta desencadene un efecto domino con el otro recipiente.

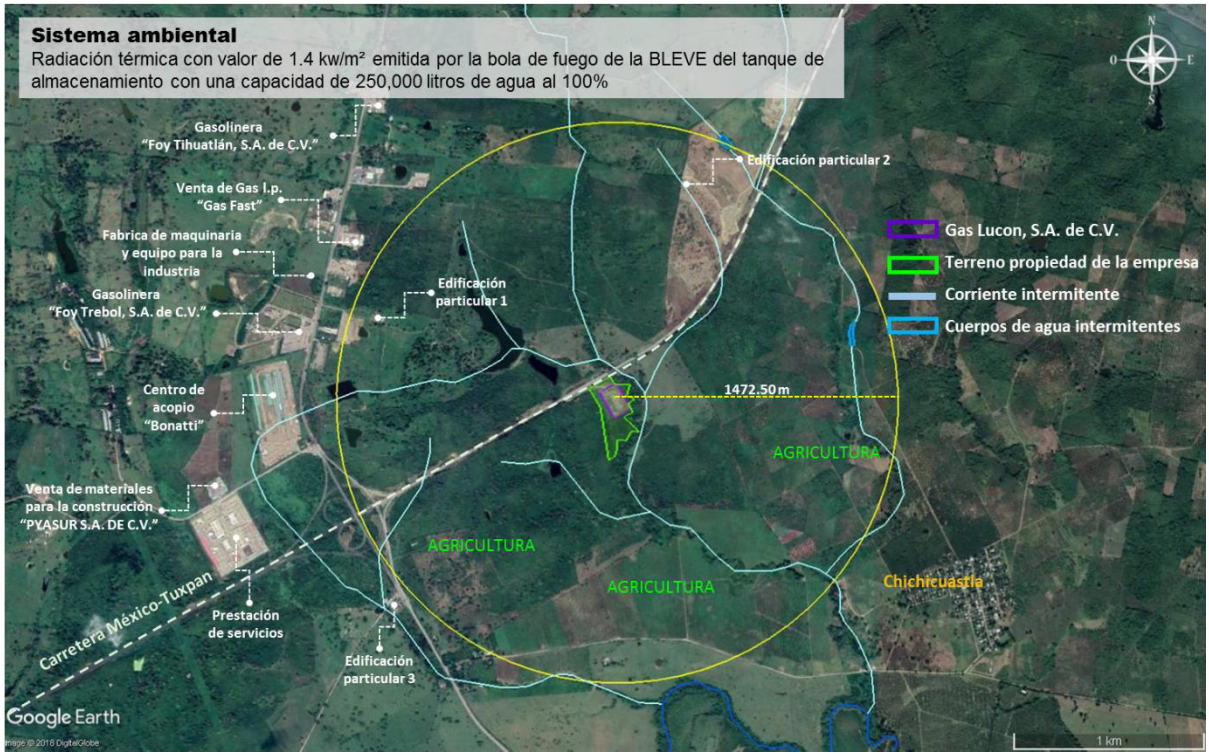
II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

Con base en el análisis de consecuencias de los eventos máximos probable y catastrófico se determinaron las zonas totales de alto riesgo por daño a equipos, alto riesgo y amortiguamiento, las cuales están definidas por el evento máximo catastrófico (de menor probabilidad, pero de mayor daño), el cual corresponde a la BLEVE del tanque de mayor capacidad (250,000 litros de agua al 100%) ya que la planta opera con dos tanques de almacenamiento:

- 1 tanques de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros al 100%
- 1 tanque de almacenamiento con capacidad de 200,000 litros al 100%

Por lo que las zonas totales de afectación quedaron definidas por el tanque de mayor capacidad, las cuales equivalen a 231.94, 481.59, 783.84 y 1472.50 metros, Dichas distancias corresponden a 37.5, 12.5, 5.0 y 1.4 kW/ m^2, respectivamente, considerando la combustión del contenido total de los tanques al 80%.

Asimismo, en la MIA se ha definido el Sistema Ambiental considerando el radio del área de amortiguamiento por radiación térmica de 1.4 kW/m^2, correspondiente a **1472.50 metros.** Por lo que para señalar los puntos de interés inmersos se hará referencia al **Sistema Ambiental**



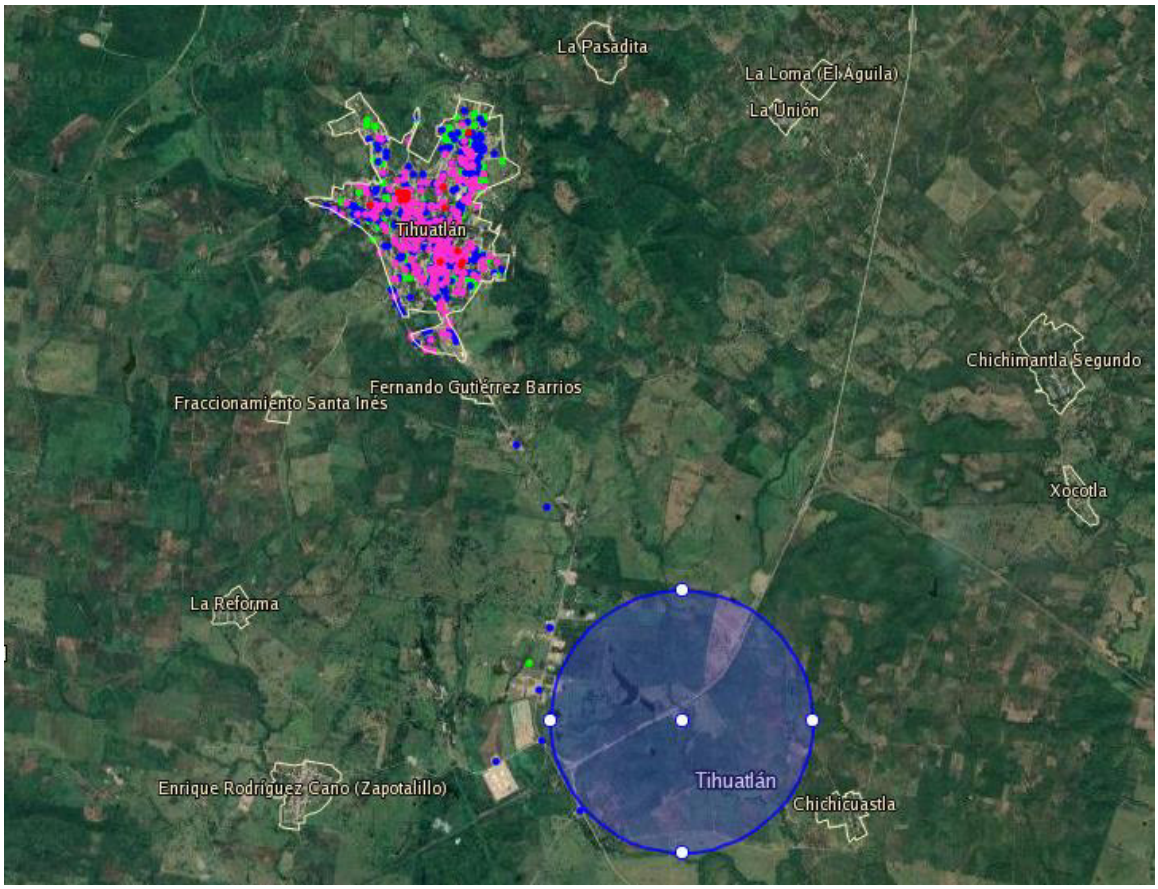
En este sentido, se tiene que los puntos de interés inmersos dentro de estas zonas son los siguientes:

- **ACTIVIDADES ECONÓMICAS.**

Al interior del municipio se desarrollan diferentes actividades económicas, como la industria, la ganadería y la agricultura principalmente. Con respecto a la agricultura, este sector presenta una rentabilidad menor al promedio del estado al igual que la ganadería. La superficie cultivada aproximadamente al año de maíz es de 3, 700 hectáreas, las cuales han ido disminuyendo debido a los cultivos permanentes como los cítricos. La ganadería se encuentra en este rango debido al alto costo de los alimentos y medicamentos para los diferentes tipos de ganados.

El índice de unidades de comercio y abasto por habitante es menor a la media Estatal, sin embargo, existe un alto porcentaje de comerciantes, prestadores de servicios e industria que no cuentan con ningún tipo de licencia para su funcionamiento. Con base en la información anterior, se identificaron las localidades aledañas al sistema ambiental que presentan establecimientos económicos, obteniendo solamente a Enrique Rodríguez Cano y la cabecera del municipio, este último cuenta con aproximadamente 1, 060 establecimientos.

A continuación se muestran las unidades económicas de las localidades de Tihuatlán y Enrique Rodríguez Cano.



Unidades económicas que se encuentran del lado oeste y cercanas a la planta de distribución de gas l.p.:

Tabla 2.3. Unidades económicas cercanas al Sistema ambiental.

Unidad económica	Distancia (m)
Gasolinera “Foy Tihuatlán, S.A. de C.V.”	1945.81
Venta de Gas L.P. “Gas Fast”	1557.63
Fábrica de maquinaria y equipo para la industria	1722.42
Gasolinera “Foy Trebol, S.A. de C.V.”	1651.10
Centro de acopio “Bonatti”	1679.17
Venta de materiales para la construcción “PYASUR, S.A. de C.V.”	2091.84
Prestación de servicios	1974.80

Sin embargo ninguna de estas unidades se encuentra dentro del sistema ambiental, como se puede observar en la siguiente imagen.

ASENTAMIENTOS HUMANOS.

Particularmente dentro del área del sistema ambiental no se encuentra ningún asentamiento humano, estando cubierto por terrenos sin actividad y algunas zonas con actividad agrícola. Por lo tanto se presenta información de las localidades aledañas al sistema ambiental.

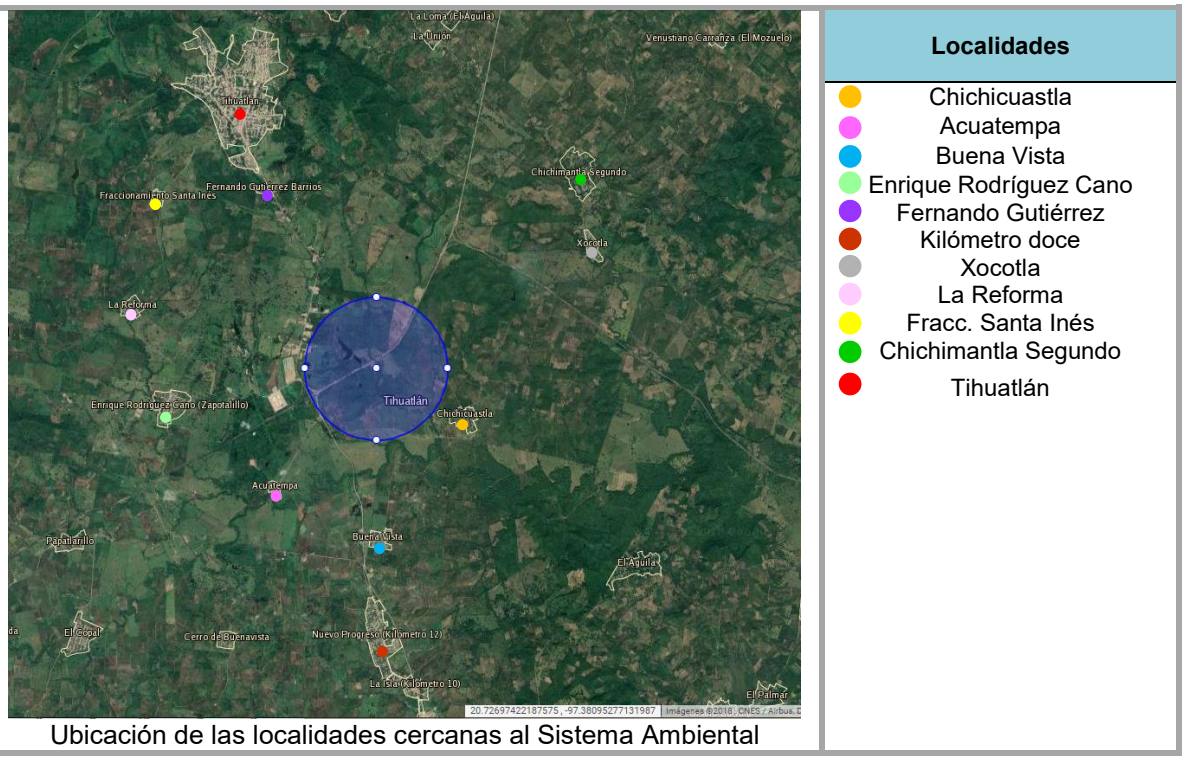
Tabla 2.4. Población de las localidades cercanas al sistema ambiental.

Localidades	Población			Distancia aproximada del SA a la localidad
	Masculina	Femenina	Total	
Chichicuastla	246	233	479	400 m.
Acuatempa	149	166	315	1, 700 m.
Buena Vista	357	310	667	1, 800 m.
Enrique Rodríguez Cano	464	486	950	2, 700 m.
Fernando Gutiérrez	101	127	228	2, 800 m.
Kilómetro doce	1204	1239	2243	3, 400 m.
Xocotla	218	240	458	3, 700 m.
La Reforma	208	102	210	3, 900 m.
Fracc. Santa Inés	31	28	59	4, 200 m.
Chichimantla Segundo	446	436	882	4, 300 m.

Con respecto a la cabecera municipal se tiene lo siguiente:

Tabla 2.5. Población de la localidad de Tihuatlán

Localidad	Población			Distancia aproximada del SA a la localidad
	Masculina	Femenina	Total	
Tihuatlán	6, 846	7, 571	14, 447	3, 900 m.



Ubicación de las localidades cercanas al Sistema Ambiental

Vivienda

Para conocer más acerca de las habitantes de estas localidades, se presenta la siguiente tabla donde son desglosados por edad.

Tabla 2.6. Edad de la población cercana al sistema ambiental.

Localidad	Edad (años)						
	De 0 a 2	De 3 a 5	De 6 a 11	De 12 a 14	De 15 a 17	De 18 a 24	De 60 y más
Chichicuastla	18	31	77	30	37	32	66
Acuatempa	16	16	45	21	21	37	39
Buena Vista	*	*	*	*	*	*	*
Enrique Rodríguez Cano	38	47	89	46	58	98	147
Fernando Gutiérrez	11	14	28	13	21	27	22
Kilómetro Doce	138	148	255	138	180	359	221
Xocotla	23	25	56	27	23	68	68
La Reforma	6	15	30	19	14	27	18
Fracc. Santa Inés	3	3	8	5	5	9	4
Chichimantla Segundo	71	54	103	57	62	110	87
Tihuatlán	**831**	**790**	**1776**	**857**	**861**	**1836**	**1521**

La localidad de Buena Vista es omitida en algunos apartados debido a que no se cuenta con información. Las viviendas de las poblaciones presentes cuentan con las siguientes características:

Tabla 2.7. Características de las viviendas cercanas al sistema ambiental.

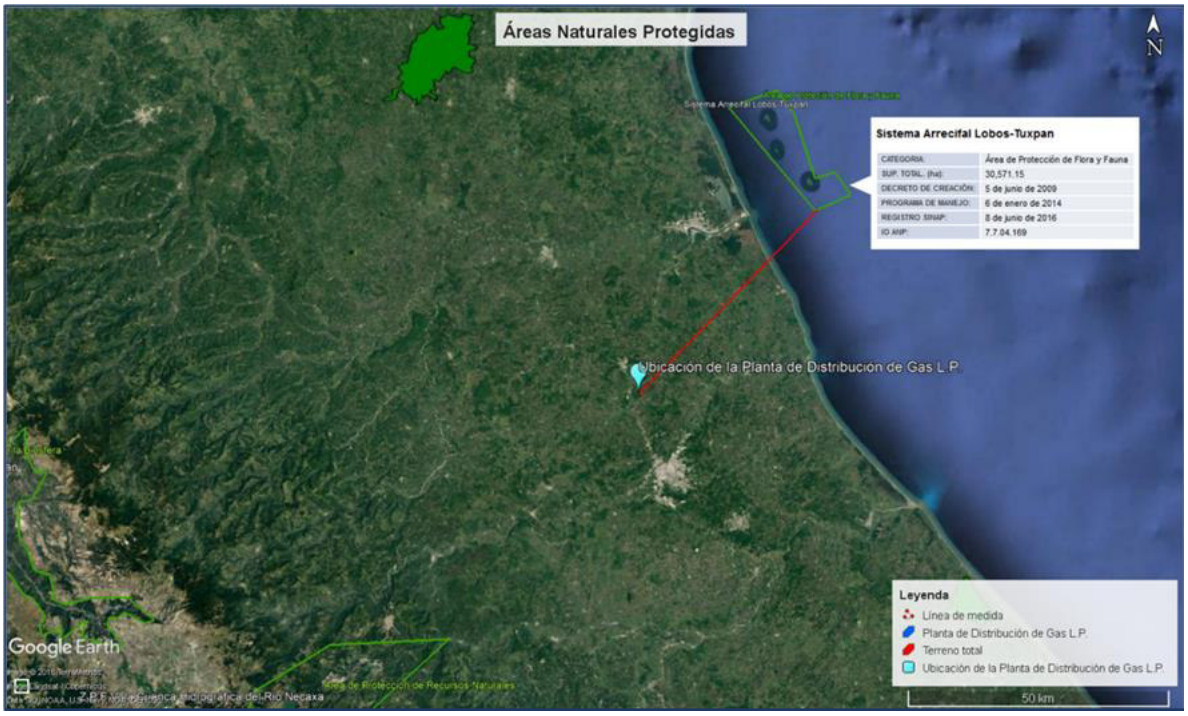
Calidad y espacios de vivienda	Localidad				
	Chichicuastla	Acuatempa	Enrique Rodríguez Cano	Fernando Gutiérrez	Kilómetro doce
Total de viviendas	157	80	270	72	683
Total de viviendas habitadas	127	70	255	58	611
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	3.77	4.52	3.73	3.93	4
Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	104	25	32	14	162
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	20	68	248	56	579
Viviendas particulares habitadas que no disponen de luz eléctrica	106	0	5	2	30
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de vivienda	0	14	1	0	2
Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de vivienda	127	54	254	58	609
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	119	68	255	58	604
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	14	15	248	43	351
Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	113	53	7	15	260
Viviendas particulares habitadas sin ningún bien	28	1	7	3	19

Tabla 2.8. Características de las viviendas cercanas al sistema ambiental. ***(Continuación)***

Calidad y espacios de vivienda	Localidad				
	Xocotla	La Reforma	Fracc. Santa Inés	Chichimantla Segundo	Tihuatlán
Total de viviendas	123	50	31	249	**4085**
Total de viviendas habitadas	111	45	17	221	**3578**
Promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas	4.13	4.67	3.47	3.99	**4.03**
Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	49	16	1	81	**653**
Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	111	45	14	208	**3500**
Viviendas particulares habitadas que no disponen de luz eléctrica	0	0	3	12	**68**
Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de vivienda	0	0	0	0	**358**
Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de vivienda	109	45	17	221	**3209**
Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	110	45	17	209	**3497**
Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	12	3	16	19	**3324**
Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	98	42	1	201	**243**
Viviendas particulares habitadas sin ningún bien	7	1	3	12	**90**

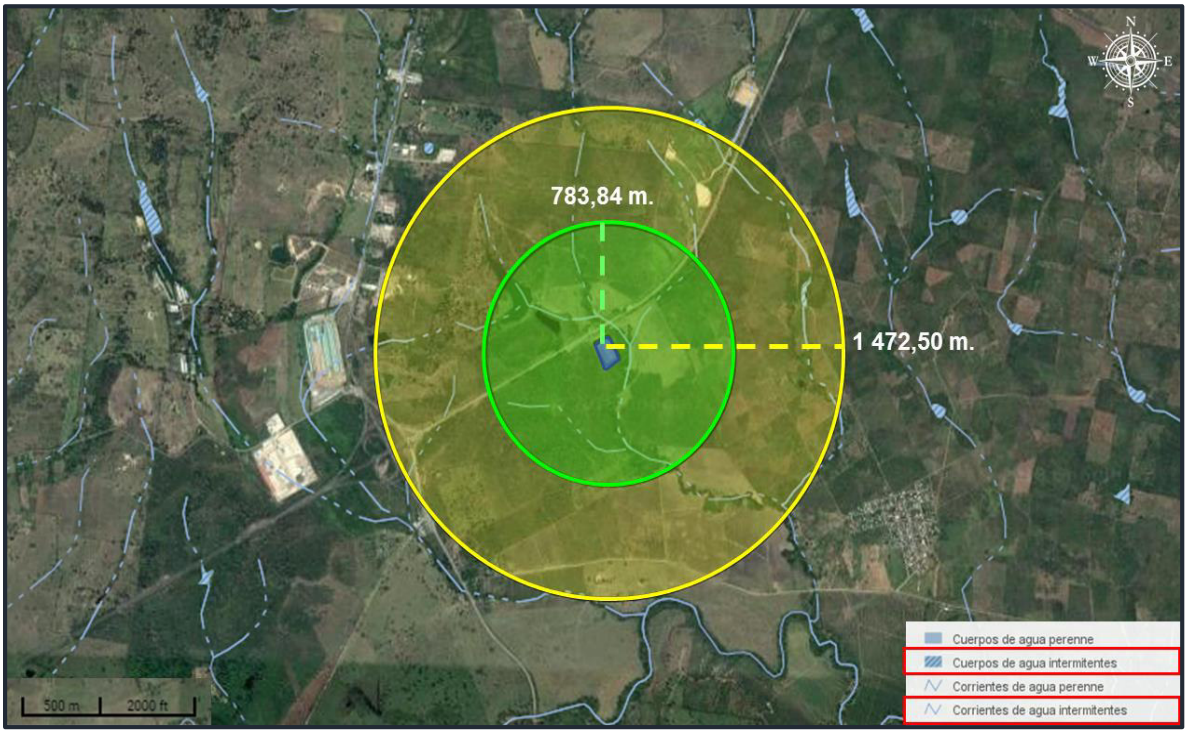
ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

De acuerdo con la información obtenida acerca de las Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal y federal se pudo identificar que el proyecto no se encuentra inmerso dentro de alguna de ellas, siendo el Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan el ANP más cercana, con aproximadamente 50 kilómetros de distancia. Este sistema fue decretado el 05 de junio de 2009 dentro del Diario Oficial de la Federación en el ACUERDO por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Sistema Arrecifal Lobos-Tuxpan.



CUERPOS DE AGUA.

El Sistema Ambiental se encuentra ubicado dentro de la Región Hidrológica denominada Tuxpan-Nautla, esta región se caracteriza por presentar las principales expresiones geomorfológicas del litoral, cubriendo una extensión de 18, 259 km^2, equivalente al 25.07% del total de las regiones en su parte veracruzana. A su vez, cuenta con diferentes cuencas hidrológicas, ubicando al proyecto dentro de la cuenca del Río Cazones distribuida entre los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz, los arroyos que forman esta cuenca descienden de la sierra de Hidalgo concluyendo su afluencia en el Golfo de México, asimismo es posible identificar la subcuenca Cazones, microcuenca Tihuatlán, con una superficie de 13 996.18 hectáreas.



Cuerpos y corrientes de agua dentro del Sistema Ambiental.

FLORA.

Con base en lo indicado por INEGI la vegetación presente en el municipio es de tipo Selva perennifolia, sin embargo, predomina el uso de agricultura en sus diferentes tipos: temporal, anual o permanente.

Selva perennifolia: Este tipo de vegetación es propia de las zonas cálido-húmedas y presentan gran abundancia de recursos físicos como el calor, la humedad y la luz. Son las comunidades vegetales más exuberantes del país, dominadas por árboles y palmas de gran cantidad de especies que crecen a diferentes alturas, de muy diversas especies y que conservan follaje todo el año.

Las especies más conocidas en este tipo de vegetación son la caoba (Swietenia macrophylla), ceiba (Ceiba pentandra), cedro rojo (Cedrela odorata), flor de corazón (Talauma mexicana), guapaque (Dialium guianense), jobo (Spondias mombin), molinillo (Quararibea funebris), matapalo (Ficus spp.), mamey zapote (Pouteria sapota), palo de aguacate (Nectandra sinuata), palo mulato (Bursera simaruba), ramón (Brosimum alicastrum), sombrerete (Terminalia amazonia), zapote cabello (Licania platypus) y zapote (Manilkara zapota), el zopo (Guatteria anómala), entre muchas otras.

En el Sistema Ambiental y área del proyecto:

Como ya se mencionó, el uso de suelo predominante en la ubicación del proyecto es de tipo agricultura de temporal, anual y permanente, con pequeños manchones de vegetación de tipo selva perennifolia. Por medio de la visita realizada a las instalaciones se pudo identificar la flora presente, tanto en el sitio empleado para la operación de la Planta como parte del Sistema Ambiental, identificando las especies enlistadas en la siguiente tabla:

Tabla 2.9. Especies vegetales identificadas en el proyecto y en el sistema ambiental:

Familia	Nombre científico	Nombre común	No. de individuos	Ubicación	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anacardiaceae	*Mangifera inca*	Mango	1	Área del proyecto	Sin registro
Caricaceae	*Carica papaya*	Papaya	1	Área del proyecto	Sin registro
Fabaceae	*Leucaena leucocephala*	Guaje/ Tepeguaje	4	Sistema Ambiental	Sin registro
Malvaceae	*Guazuma ulmifolia*	Guasamo/ bellota	28	Sistema Ambiental	Sin registro
Convolvulaceae	*Ipomea alba*	Bejuco	----	Área del proyecto y Sistema Ambiental	Sin registro
Convolvulaceae	*Ipomea purpurea*	Bejuco	----	Área del proyecto y Sistema Ambiental	Sin registro
Fabaceae	*Vachellia farnesiana*	Huizache	16	Sistema Ambiental	Sin registro
Fabaceae	*Acacia collinsii*	----	12	Sistema Ambiental	Sin registro
Apocynaceae	*Tabernaemontana alba*	----	9	Sistema Ambiental	Sin registro
Cycadaceae	*Cycas revoluta*	Cicada	3	Área del proyecto	Sin registro
Casuarinaceae	*Casuarina sp.*	Casuarina	6	Área del proyecto	Sin registro
Lauraceae	*Persea americana*	Aguacate	1	Área del proyecto	Sin registro
Poaceae	*Bambusa sp.*	Bambú	3	Sistema ambiental	Sin registro
Euphorbiaceae	*Croton draco*	Drago	6	Sistema ambiental	Sin registro
Euphorbiaceae	*Cnidoscolus multilobus*	Mala mujer	5	Área del proyecto y Sistema Ambiental	Sin registro
Rutaceae	*Citrus reticulata*	Mandarina	2	Área del proyecto	Sin registro
Rosaceae	*Rosa chinensis*	Rosa común	1	Área del proyecto	Sin registro
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Palma	1	Área del proyecto	Sin registro
Moraceae	*Ficus sp.*	Higuera	4	Sistema ambiental	Sin registro
Total			**103**		

Citrus reticulata	*Mangifera inca*	*Guazuma ulmifolia*

Cocos nucifera	*Bambusa sp.*	*Leucaena leucocephala*

Cnidoscolus multilobus

Tabernaemontana alba

Acacia collinsii

Cycas revoluta

Croton draco

Carica papaya

Fauna

El municipio como tal, se encuentra conformado por una gran variedad de animales silvestres, entre los que se encuentran el armadillo (*Dasypus* sp.), mapache (*Procyon sp*.), tejón, onza y codorniz, así como víboras coralillo (*Mycrurus sp*.), mazacuate (*Boa constrictor)*, cuatro narices (*Crotalus sp.*), voladora y chirrionera (*Masticophis sp.)*, además de una gran variedad de aves e insectos.

En el Sistema Ambiental y área del proyecto:

Durante la visita a las instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P. se recorrió cada una de las áreas y las colindancias de esta en busca de huellas, pelo, excretas o algún indicio de fauna con el fin de identificar las especies presentes, sin embargo, solo avistaron organismos pertenecientes al grupo de las aves a las cuales se les tomaron fotografías para facilitar la identificación y contar con un respaldo de su presencia en la zona.

Las especies identificadas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2.10. Especies identificadas en el proyecto y en el sistema ambiental:

Aves					
Familia	**Nombre científico**	**Nombre común**	**No. de individuos**	**Ubicación**	**NOM-059-SEMARNAT-2010**
Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla caminera	1	Área del proyecto	Sin registro
Ardeidae	*Ardea alba*	Garza	14	Sistema ambiental	Sin registro
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote	18	Área del proyecto y Sistema Ambiental	Sin registro
Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero	2	Área del proyecto	Sin registro
Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano	2	Área del proyecto	Sin registro
Tyrannidae	*Sayornis phoebe*	Papamoscas	4	Área del proyecto	Sin registro
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate	20	Sistema Ambiental	Sin registro
Total			**61**		

Sporophila torqueola

Coragyps atratus

Rupornis magnirostris

Sayornis phoebe

Tyrannus melancholicus

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL.

<table>
<tr><th colspan="7">TOMA DE RECEPCIÓN</th></tr>
<tr><th rowspan="2">No. de orden</th><th rowspan="2">Evento simulado</th><th colspan="3">Radio de afectación</th><th rowspan="2">Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable**</th><th rowspan="2">Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables</th><th rowspan="2">Efecto causado sobre el Componente Ambiental</th></tr>
<tr><th>Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos</th><th>Zona de Alto Riesgo</th><th>Zona de Amortiguamiento</th></tr>
<tr><td rowspan="2">1</td><td>Fuga y explosión de gas l.p. de una nube no confinada, a causa del desprendimiento de la manguera en la toma de recepción durante la descarga de gas l.p.</td><td>10.0 psi:
8.28 m

3.0 psi:
16.90</td><td>ZR: 1.0 psi

38.58 m</td><td>ZA: 0.5 psi

65.58 m</td><td rowspan="2">Componente ambiental afectado:
Atmósfera.
Suelo.

Flora: Consultar Tabla 2.9
Fauna: Consultar Tabla 2.10
Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Zonas vulnerables:
Infraestructura de la planta.

Asentamientos humanos:
Ninguno.</td><td rowspan="2">Afectación relevante hasta 65.58 m.

Infraestructura de la planta.</td><td rowspan="2">Dispersión en la atmósfera de una nube de gas inflamable.

Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)</td></tr>
<tr><td>Emisión instantánea de corta duración formando una nube inflamable que al encontrar una fuente de ignición origina una ignición retardada que provocará una llamarada o flashfire</td><td colspan="3">Límite inferior de inflamabilidad (L.I.I) a los 2.74 m. en dirección del viento (eje X) y 2.73 m en dirección perpendicular (eje Y).

El 0.5 L.I.I. se alcanza a los 6.19 m en dirección del viento (eje X) y 3.91 m en dirección perpendicular (eje Y).</td></tr>
</table>

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS
Onda de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños en la infraestructura de la planta y a la modificación de estructura de suelo, donde la vegetación presente en esta área corresponde a la que se menciona en la tabla 2.9.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE	
• Suspensión de actividades de operación. • Reconstrucción de infraestructura. • Uso de servicios de una compañía aseguradora.	
MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	**MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS**
1. **Dispositivos y accesorios de seguridad.** Las líneas de gas líquido cuentan con una válvula de exceso de flujo, una válvula manual de globo y se tiene un indicador de flujo tipo mirilla con función de no retroceso. La línea de gas vapor con una válvula de exceso de flujo, una válvula de globo recta, una válvula de actuación remota con actuador neumático. 2. **Letrero indicativo de carga en toma de recepción.** Cuando un semirremolque se encuentra estacionado en posición de carga en la toma de recepción, y se encuentra conectado al sistema de trasiego de gas l.p., se coloca al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras. 3. **Calzas de seguridad.** En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentran realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad. 4. **Procedimientos por escrito.** En el área de recepción se tienen letreros que contienen procedimientos de operación por escrito, estos están colocados en un lugar visible. 5. **Capacitación.** El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que son contemplados dentro la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones. 6. **Mantenimiento.** La planta cuenta con un programa calendarizado de Mantenimiento preventivo a Equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanques de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general.	1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tiene instalado 1 extintor de polvo químico seco de 9 kg en la toma de recepción y 1 junto al compresor. 2. **Agua a presión.** Cobertura de esta área por el chorro de agua de los hidrantes. 3. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas). 4. **Equipo de protección personal**. Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal cuenta con equipo de protección personal (Equipo de Bombero) 5. **Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta cuenta con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia. 6. **Paros de Emergencia.**

TOMA DE RECEPCIÓN /SEMIRREMOLQUE							
No. de orden	**Evento simulado**	**Radio de afectación**			**Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable**	**Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables**	**Efecto causado sobre el Componente Ambiental**
		Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos	**Zona de Alto Riesgo**	**Zona de Amortiguamiento**			
2	Fuga y explosión de gas l.p. de una nube no confinada, a causa del desfogue de la válvula de seguridad del semirremolque	NUBE DE VAPOR NO CONFINADA: 10.0 psi: 29.52 m 3.0 psi: 60.24 m JET FIRE: 37.5 kW/m^2: 13.14 m 12.5 kW/m^2: 22.40 m	NUBE DE VAPOR NO CONFINADA: ZR: 1.0 psi 137.51 m JET-FIRE ZR: 5 kW/m^2 34.81 m	NUBE DE VAPOR NO CONFINADA: ZA: 0.5 psi 233.75 m JET-FIRE ZA: 1.4 kW/m^2 64.08 m	Componente ambiental: Atmósfera Suelo Flora: Consultar Tabla 2.9 Fauna: Consultar Tabla 2.10 Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Zonas Vulnerables: • Carretera México-Tuxpan • Corrientes de agua intermitentes	Afectación relevante hasta 174.01 m. • Carretera México-Tuxpan a 139.45 m al norte de la toma de recepción. • Corrientes de agua intermitentes 156.88 m al noreste de la toma de recepción	Radiación térmica y Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

DAÑOS POR SOBREPRESIÓN:

Ondas de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños en la infraestructura de la planta y de las personas que se encuentren laborando pudieran caer por la onda de sobrepresión, modificación de estructura de suelo.

Carretera México-Tuxpan	139.45 m al norte de la toma de recepción	1.024psi
Corrientes de agua intermitentes	156.88 m al noreste de la toma de recepción	0.861 psi

De acuerdo la referencia bibliográfica del simulador SCRI – Fuego 2.0 en un rango de 0.5 a 1.0 psi se espera que haya ventanas despedazadas y algo de daño en los marcos de las mismas

PRESIÓN CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS

Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa·s)	Duración del impulso (ms)
5.00	3086.61	447.68	0.22	177.07	0.46
10.00	746.23	108.23	0.77	199.53	2.22
20.00	153.92	22.32	2.80	104.43	2.44
30.00	66.83	9.69	5.64	73.10	3.40
50.00	27.48	3.99	12.32	46.25	4.17
70.00	16.65	2.42	19.42	33.63	4.66
100.00	10.30	1.49	30.32	23.83	5.23
150.00	6.19	0.90	49.00	16.10	5.91
200.00	4.27	0.62	68.05	12.15	6.39

DAÑOS POR RADIACIÓN:

Los posibles daños causados por la radiación del dardo de fuego quedarían confinados dentro de la planta y mínima afectación a la vegetación en los alrededores de la misma. En cuanto al daño a personas en un radio de 13.14 m hay probabilidad de 100% de mortalidad en un minuto, en 22.40 m hay probabilidad de 1% de mortalidad en 1 minuto, en un radio de 34.81 m esperarían probables quemaduras de segundo grado y dolor después de una exposición de 20 segundos. A 64.08 m no se presentarían molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.

En cuanto a daño a equipos una radiación de 37.5 kW/m^2 es suficiente para causar daño a equipos de proceso y colapso de estructuras, mientras que una radiación de 12.5 kW/m^2 podría causar daños severos a equipos de instrumentación y encender madera después de una larga exposición.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
- Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original.
- Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
- Uso de servicios de una compañía aseguradora, por indemnización por daños a terceros.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. **Diseño y fabricación.** Los semirremolques que entran a la planta se encuentran bajo NOM-007-SESH-2010 y código ASME**.** 2. **Revisiones de seguridad.** Los semirremolques son sometidos a un examen radiográfico al 100%, para detectar algún posible defecto en las soldaduras. Asimismo, pasan una prueba hidrostática o inspección por líquidos penetrantes, o ultrasonido para detectar fugas que puedan presentarse en las juntas por soldadura, o defectos del material base. 3. **Válvulas y accesorios de control y seguridad.** Con el fin de prevenir la ocurrencia de accidentes que pudieran ocasionarse por el manejo y trasvase de gas l.p. el semirremolque cuenta con: válvula de seguridad resorte interno de 3" de diámetro, válvula de cierre rápido, válvula de máximo llenado, chicote toma de fuerza, chicote acelerador, entre otros. 4. **Revisión y mantenimiento previo.** Diariamente se revisa que no haya fugas en la salida de gas, observando tuberías, válvulas y accesorios de control y seguridad. 5. **Equipo obligatorio.** a. Seis metros de cable flexible No. 6 con pinzas de bronce para 50 amps, con el fin de conectarse a tierra. b. Conexión metálica y conductora entre tractor y recipiente. c. Cadena bota-chispas o tira de hule con alambre de cobre. 6. **Procedimientos.** Los operadores deberán seguir los procedimientos de descarga, revisando el porcentaje en el rotogage para enterarse de la cantidad de gas l. p. contenido en el semirremolque, así como también se cerciorará de la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo, es decir si los tanques de almacenamiento tienen mayor presión que la unidad de descarga, se abrirán las válvulas de cierre en la línea de vapor y se pondrá a funcionar el compresor hasta que las presiones se igualen para después poder abrir las válvulas en la línea de líquido, esto a fin de evitar un sobrellenado en la unidad por descargar.	1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tiene instalado 1 extintor de polvo químico seco del tipo manual, de 9 kg. en el área de recepción y 1 junto al compresor. Asimismo, dentro del equipo obligatorio para el semirremolque este lleva un extintor de polvo químico seco de 9 Kg. 2. **Agua a presión**. Cobertura de esta área por el chorro de agua de los hidrantes. 3. **Respuestas de control**. Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas). 4. **Equipo de protección personal**. Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal de la brigada contra incendio cuenta con dos equipos completos de protección personal. 5. **Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia. 6. **Paros de Emergencia.**

TOMA DE RECEPCIÓN /SEMIRREMOLQUE							
No. de orden	**Evento simulado**	**Radio de afectación**			**Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable**	**Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables de la toma de recepción**	**Efecto causado sobre el Componente Ambiental**
		Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos	**Zona de Alto Riesgo**	**Zona de Amortiguamiento**			
3	BLEVE del semirremolque, debido a una falla en la válvula de descarga, lo que provocaría una fuga continua de gas l. p., si esta fuga se incendiara sería difícil controlarla debido a la dirección de la llama. Esta llama estaría dirigida hacia el suelo, por lo que ésta se esparciría en forma radial, lo que impediría llegar hasta la válvula.	SOBREPRESIÓN DEL TANQUE: 10.0 psi: 18.25 m 3.0 psi: 37.25 m FIREBALL 37.5 kW/m^2: 172.82 m 12.5 kW/m^2: 333.23 m	SOBREPRESIÓN DEL TANQUE: ZR: 1.0 psi 85.03 m FIREBALL ZR: 5.0 kW/m^2 534.24 m	SOBREPRESIÓN DEL TANQUE: ZA: 0.5 psi 144.54 m FIREBALL ZA: 1.4 kW/m^2 997.09 m	Componente ambiental: Atmósfera Suelo Flora: Consultar Tabla 2.9 Fauna: Consultar Tabla 2.10 Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Zonas Vulnerables: • Carretera México-Tuxpan • Corrientes de agua intermitentes Asentamientos humanos: Ninguno	Afectación relevante hasta 997.09 m. • Carretera México-Tuxpan a 139.45 m al norte de la toma de recepción. • Corrientes de agua intermitentes 608.84 m, 294.48 m al norte, 200.91 m,160.37 m al este, 419.98 m al suroeste de la toma de recepción	Radiación térmica y Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES

La calidad del aire es el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión se tendría emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectan el componente atmósfera.
Onda de sobrepresión, proyección de fragmentos y ruido a causa de la explosión, asimismo, modificación de estructura de suelo, en el que actualmente se tiene la presencia de la flora registrada en la Tabla 2.9.
Afectación a la fauna que habita en la zona, las cuales se describen en la Tabla 2.10.
Obstrucción de la carretera México-Tuxpan
Daños a la infraestructura total de la planta causados por los efectos de la onda expansiva y radiación térmica.

DAÑOS POR SOBREPRESIÓN

Las ondas de sobrepresión únicamente afectaran la infraestructura de la propia empresa y terrenos sin actividad alrededor de la empresa. Una sobrepresión de 10.0 psi puede ocasionar desplazamiento y falla de equipo pesado, mientras que una onda de sobrepresión de 3 psi podría ocasionar un 50% de daño de equipo.

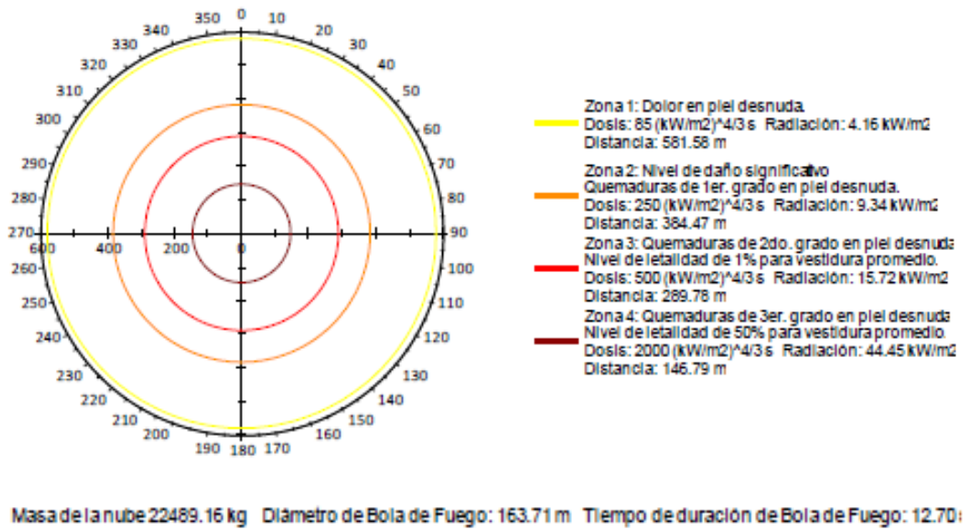
DAÑOS POR RADIACIÓN

En cuanto a afectaciones a equipos y materiales por radiación térmica se tendría lo siguiente:

En un radio de 172.82 m a 37.5 kW/m^2 puede causar colapsos estructurales y daños a equipos de proceso.
En un radio de 333.23 m a 12.5 kW/m^2 puede encender madera, puede haber ignición de tubos y recubrimientos plásticos de cables eléctricos. Dentro de estos radios únicamente afectara la infraestructura de la propia empresa.

La carretera México-Tuxpan atraviesa estos radios de noreste a suroeste. Asimismo diferentes corrientes de agua intermitentes se encuentran alrededor de la planta de distribución de gas l.p., las cuales cruzan las diferentes zonas de radiación

En caso de suceder la BLEVE del semirremolque, la radiación emitida por la bola de fuego con una duración de 12.70 s causaría daños a las personas de acuerdo a la zona donde se encuentren ubicadas, teniéndose lo siguiente:

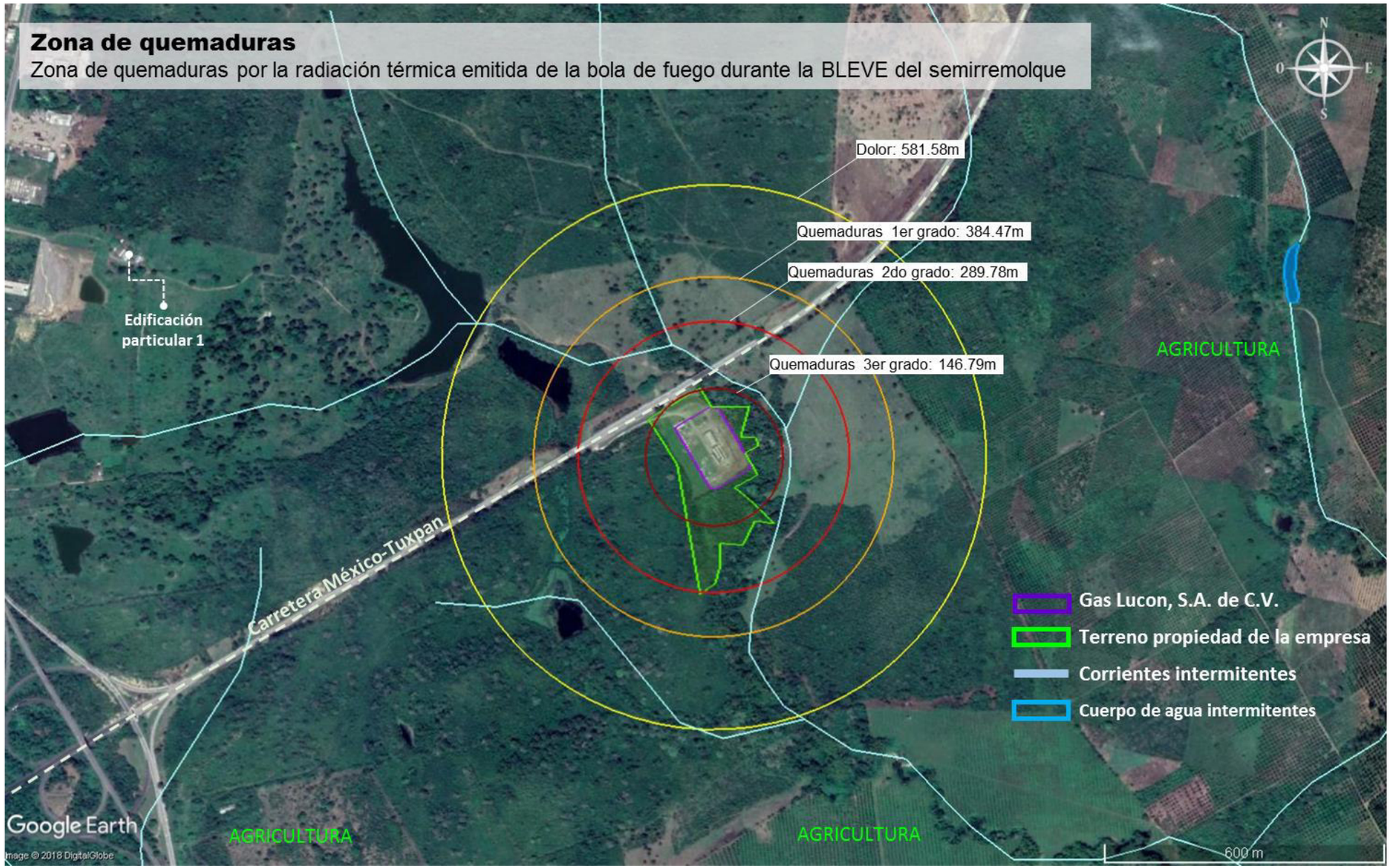


Zona 1: Terrenos con actividades agrícolas

Zona 2: Terrenos sin actividad

Zona 3: Terrenos sin actividad

Zona 4: Instalaciones de la planta de distribución de gas l.p.


Zona de quemaduras
Zona de quemaduras por la radiación térmica emitida de la bola de fuego durante la BLEVE del semirremolque
Dolor: 581.58m
Quemaduras 1er grado: 384.47m
Quemaduras 2do grado: 289.78m
Quemaduras 3er grado: 146.79m
Edificación particular 1
AGRICULTURA
Carretera México-Tuxpan
Gas Lucon, S.A. de C.V.
Terreno propiedad de la empresa
Corrientes intermitentes
Cuerpo de agua intermitentes
Google Earth
Image © 2018 DigitalGlobe
AGRICULTURA
AGRICULTURA
600 m
N
O
E
S

<table>
<tr><th colspan="2">MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
• Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original
• Programas de vigilancia ambiental dentro de las instalaciones que garanticen operaciones seguras de trabajo.
• Uso de servicios de una compañía aseguradora.</td></tr>
<tr><th>MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO</th><th>MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS</th></tr>
<tr><td>1. Dispositivos y accesorios de seguridad. Las líneas de gas líquido cuentan con una válvula de exceso de flujo, una válvula manual de globo y se tiene un indicador de flujo tipo mirilla con función de no retroceso. La línea de gas vapor con una válvula de exceso de flujo, una válvula de globo recta, una válvula de actuación remota con actuador neumático.
2. Letrero indicativo de carga en toma de recepción. Cuando un semirremolque se encuentra estacionado en posición de carga en la toma de recepción, y se encuentra conectado al sistema de trasiego de gas l.p., se coloca al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que al ser observado por el conductor del semirremolque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras.
3. Calzas de seguridad. En la recepción del semirremolque se frenan las ruedas del vehículo, cuando éstos se encuentran realizando la operación de transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad.
4. Procedimientos por escrito. En el área de recepción se tienen letreros que contienen procedimientos de operación por escrito, estos están colocados en un lugar visible.
5. Capacitación. El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que son contemplados dentro la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones.
6. Mantenimiento. La planta cuenta con un programa calendarizado de Mantenimiento preventivo a Equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanques de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general.</td><td>1. Sistema de seguridad por medio de extintores. Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tienen instalado un extintor de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad en la toma de recepción y 1 junto al compresor.
2. Agua a presión. Cobertura de esta área por el chorro de agua de los hidrantes.
3. Respuestas de control. Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas).
4. Equipo de protección personal. Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal de la brigada contra incendio cuenta con dos equipos completos de protección persona (equipo de bombero).
5. Operaciones de emergencia. Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta contará con un sistema de alarma sonora, con apoyo visual de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia.
6. Paros de Emergencia.</td></tr>
</table>

TOMA DE SUMINISTRO							
No. de orden	**Evento simulado**	**Radio de afectación**			**Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable**	**Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables**	**Efecto causado sobre el Componente Ambiental**
		Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos	**Zona de Alto Riesgo**	**Zona de Amortiguamiento**			
4	Fuga y explosión de gas l.p. de una nube no confinada debido a la ruptura en la manguera y fractura de las válvulas de globo recta, lo anterior por un error que al estar cargando el autotanque este arrancara. Se provocaría que se escape solamente el gas que queda atrapado en la tubería, la cual tiene 2 metros de longitud con un diámetro de 51mm. y 3 metros de longitud con un diámetro de 76 mm. así como la cantidad que se escapa cuando la bomba sigue funcionando durante el medio minuto.	NUBE DE VAPOR NO CONFINADA: 10.0 psi: 21.31 m 3.0 psi: 43.49 m JET FIRE 37.5 kW/m^2: 11.15 m 12.5 kW/m^2: 18.92 m	NUBE DE VAPOR NO CONFINADA: ZR: 1.0 psi 99.28 m JET FIRE ZR: 5.0 kW/m^2 29.35 m	NUBE DE VAPOR NO CONFINADA: ZA: 0.5 psi 168.75 m JET FIRE ZA: 1.4 kW/m^2 54.00 m	Componente ambiental: Atmósfera Suelo Flora: Consultar Tabla 2.9 Fauna: Consultar Tabla 2.10 Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Zonas Vulnerables: • Infraestructura de la planta • Carretera México-Tuxpan • Corrientes de agua intermitentes	Afectación relevante hasta 168.75 m. Infraestructura de la planta Carretera México-Tuxpan a 153.33 m al norte de la toma de suministro Corriente de agua intermitente a 145.33 m y 165.15 m al este	Ondas de sobrepresión y radiación térmica. (Efecto radial)
	Emisión instantánea debido al desprendimiento de la manguera y ocurre la liberación a la atmósfera de GLP en fase líquida el cual se evapora súbitamente formando una nube del tipo puff.	Límite inferior de inflamabilidad (L.I.I) a los 3.16 m. en dirección del viento (eje X) y 3.07 m en dirección perpendicular (eje Y). El 0.5 L.I.I. se alcanza a los 6.95 m y 4.32 m en dirección perpendicular (eje Y).					
	Emisión de chorro horizontal debido a que la bomba sigue funcionando, esto forma una nube inflamable que al encontrar una fuente de ignición origina una ignición retardada que provocará una llamarada o flash fire	Límite inferior de inflamabilidad (L.I.I) desde los 1.48 hasta los 24.70 m en dirección del viento (eje X) y 7.13 m en dirección perpendicular (eje Y). El 0.5 L.I.I. se alcanza desde los 1.37 a los 40.26 m y 11.24 m en dirección perpendicular (eje Y).					

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

Onda de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños parciales en la estructura de la planta de almacenamiento de gas l.p. y las personas que se encuentren laborando pudieran caer por la onda de sobrepresión, modificación de estructura de suelo, donde principalmente existe: vegetación natural de los alrededores de la planta.

DAÑOS POR SOBREPRESIÓN

La carretera México-Tuxpan se encuentra a 153.33 m donde recibiría una sobrepresión de 0.577 psi donde los daños serían menores y las corrientes de agua intermitente se encuentran a 145.33 m recibiendo una sobrepresión de 0.627 psi y a 165.15 m recibiendo una sobrepresión de 0.529 psi.

La infraestructura de la planta de distribución de gas l.p. en un radio de 43.49 m recibiría una sobrepresión de 3.0 psi donde habría 50% de daño de equipo y en un radio de 21.31 m recibiría una sobrepresión de 10.0 psi donde habría desplazamiento y falla de equipo pesado.

PRESIÓN CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS

Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa-s)	Duración del impulso (ms)
5.00	1653.14	239.77	0.39	225.95	1.25
10.00	353.05	51.21	1.42	147.27	2.04
20.00	78.04	11.32	4.94	78.36	3.25
30.00	37.17	5.39	9.41	54.79	3.91
50.00	16.91	2.45	19.15	33.98	4.64
70.00	10.72	1.56	29.20	24.55	5.17
100.00	6.83	0.99	44.66	17.39	5.78
150.00	4.06	0.59	71.02	11.69	6.45
200.00	2.70	0.39	97.23	8.73	6.95

DAÑO POR RADIACIÓN TÉRMICA

Los posibles daños causados por la radiación del dardo de fuego quedarían confinados dentro de la planta y mínima afectación a la vegetación en los alrededores de la misma. En cuanto al daño a personas en un radio de 11.15 m con una radiación de 37.5 kW/m^2 hay probabilidad de 100% de mortalidad en un minuto, en 18.92 m con una radiación de 12.5 kW/m^2 hay probabilidad de 1% de mortalidad en 1 minuto, en un radio de 29.35 m con una radiación de 5.0 kW/m^2 esperarían probables quemaduras de segundo grado y dolor después de una exposición de 20 segundos. A 54.00 m con una radiación de 1.4 kW/m^2 no se presentarían molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.

En cuanto a daño a equipos una radiación de 37.5 kW/m^2 es suficiente para causar daño a equipos de proceso y colapso de estructuras, mientras que una radiación de 12.5 kW/m^2 podría causar daños severos a equipos de instrumentación y encender madera después de una larga exposición.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
- Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original
- Restablecimiento del relieve a su estado original.
- Programas de vigilancia ambiental dentro de las instalaciones que garanticen operaciones seguras de trabajo.
- Uso de servicios de una compañía aseguradora.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. **Dispositivos y accesorios de seguridad.** La toma de gas líquido cuenta con una válvula de relevo hidrostático, una válvula de cierre rápido (globo recta), válvula de relevo hidrostático, válvula de exceso de flujo, válvula solenoide y válvula de emergencia. La toma de gas vapor cuenta con una válvula de relevo hidrostático y válvula de cierre manual (globo recta). **Toma de suministro 1:** La línea de gas líquido cuenta con válvula de exceso de flujo, válvula de globo recta, válvula de actuación remota con actuador neumático. La línea de vapor cuenta con válvula de exceso de flujo, válvula de globo recto, válvula de actuación remota con actuador neumático. **Toma de suministro 2:** La línea de gas líquido cuenta con válvula de exceso de flujo, válvula de actuación remota con actuador neumático, válvula de globo recta, válvula de no retroceso. La línea de vapor cuenta con válvula de exceso de flujo, válvula de globo recto, válvula de no retroceso. 2. **Letrero indicativo de carga en tomas de suministro.** Cuando un auto tanque se encuentra estacionado en posición de carga en las tomas de suministro, y se encuentra conectado al sistema de trasiego de gas l.p., se coloca al frente del vehículo un letrero o banderola indicativo de la operación que se está realizando, que al ser observado por el conductor del auto-tanque, este evitará poner en marcha el vehículo previniendo un desprendimiento de mangueras. 3. **Calzas de seguridad.** En el suministro de gas l.p. al auto-tanque se frenan o bloquean las ruedas del vehículo, cuando la unidad este realizando el transvase, mediante el uso de las calzas de seguridad. 4. **Procedimientos por escrito.** En el área de suministro se tienen letreros que contienen procedimientos de operación, estos están colocados en un lugar visible. 5. **Capacitación**. El entrenamiento y la capacitación continua son factores de enseñanza que se tienen previstos dentro la operación de la planta con el fin de proporcionar los recursos técnicos necesarios para realizar dichas operaciones. 6. **Mantenimiento.** La planta cuenta con un Programa de Mantenimiento, que incluye un programa calendarizado de mantenimiento a equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanque de almacenamiento, sistemas eléctrico e instalaciones en general.	**1. Sistema de seguridad por medio de extintores.** Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tiene instalado un extintor de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad en cada toma de suministro y 1 junto a cada bomba. **2. Agua a presió**n. Cobertura de esta área por el chorro de agua de los hidrantes. **3. Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado. **4. Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal cuenta con equipo de protección personal (Equipo de Bombero). **5. Operaciones de emergencia.** Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta cuenta con un sistema de alarma sonora de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia. **6. Paros de Emergencia**.

ÁREA DE ALMACENAMIENTO TANQUE DE 250,000 Y 200,000 LITROS							
No. de orden	**Evento simulado**	**Radio de afectación**			**Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable**	**Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables**	**Efecto causado sobre el Componente Ambiental**
		Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos	**Zona de Alto Riesgo**	**Zona de Amortiguamiento**			
5 T-I y II	Explosión detonante no confinada por la masa que se emite por el desfogue de la válvula de seguridad del tanque de almacenamiento. Capacidad de desfogue: 307 m^3/min	NUBE DE VAPOR NO CONFINADA 10.0 psi 32.82 m 3.00 psi 66.98 m JET FIRE 37.5 kW/m^2 15.28 m 12.5 kW/m^2 26.07 m	NUBE DE VAPOR NO CONFINADA ZR: 1.0 psi 152.90 m JET FIRE ZR: 5 kW/m^2 40.52 m	NUBE DE VAPOR NO CONFINADA ZA: 0.5 psi 259.90 m JET FIRE ZA: 1.4 kw/m^2 74.61 m	Componente ambiental: Atmósfera Suelo Flora: Consultar Tabla 2.9 Fauna: Consultar Tabla 2.10 Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Zonas Vulnerables: • Infraestructura de la planta • Carretera México-Tuxpan • Corrientes de agua intermitentes	Afectación relevante hasta 259.90 m. Carretera México-Tuxpan a 160.44 m al norte de la zona de almacenamiento. Corrientes de agua intermitentes a 147.96 m y 177.88 m al este de la zona de almacenamiento.	Radiación térmica y sobrepresión

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

DAÑOS POR SOBREPRESIÓN

Carretera México-Tuxpan	160.44 m al norte de la zona de almacenamiento	0.955 psi
Corrientes de agua intermitente	147.96 m al este de la zona de almacenamiento	1.04 psi
	177.88 m al este de la zona de almacenamiento	0.847psi

De acuerdo a la bibliografía referenciada en el simulador SCRI – Fuego 2.0 en un rango de 0.5 a 1.0 psi se espera que haya ventanas despedazadas y algo de daño en los marcos de las mismas

Onda de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños parciales en la estructura de la planta de almacenamiento de gas l.p. y las personas que se encuentren laborando pudieran caer por la onda de sobrepresión, modificación de estructura de suelo, donde principalmente existe vegetación natural de los alrededores de la planta.

PRESIÓN CALCULADA A DISTANCIAS DE INTERÉS

Distancia (m)	Presión (kPa)	Presión (psi)	Tiempo de llegada (ms)	Impulso específico (Pa·s)	Duración del impulso (ms)
5.00	3712.41	538.44	0.19	169.94	0.37
10.00	946.18	137.23	0.63	216.74	2.16
20.00	194.61	28.23	2.31	115.03	2.19
30.00	82.23	11.93	4.72	80.18	3.20
50.00	32.59	4.73	10.58	50.99	4.03
70.00	19.39	2.81	16.90	37.23	4.50
100.00	11.83	1.72	26.63	26.41	5.05
150.00	7.06	1.02	43.30	17.84	5.73
200.00	4.91	0.71	60.37	13.49	6.21

DAÑOS POR RADIACIÓN TÉRMICA

Los posibles daños causados por la radiación del dardo de fuego quedarían confinados dentro de la planta y mínima afectación a la vegetación en los alrededores de la misma. En cuanto al daño a personas en un radio de 15.28 m con una radiación de 37.5 kW/m^2 hay probabilidad de 100% de mortalidad en un minuto, en 26.07 m con una radiación de 12.5 kW/m^2 hay probabilidad de 1% de mortalidad en 1 minuto, en un radio de 40.52 m con una radiación de 5.0 kW/m^2 esperarían probables quemaduras de segundo grado y dolor después de una exposición de 20 segundos. A 74.61 m con una radiación de 1.4 kW/m^2 no se presentarían molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.

En cuanto a daño a equipos una radiación de 37.5 kW/m^2 es suficiente para causar daño a equipos de proceso y colapso de estructuras, mientras que una radiación de 12.5 kW/m^2 podría causar daños severos a equipos de instrumentación y encender madera después de una larga exposición.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia.
- Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original.
- Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento.
- Uso de servicios de una compañía aseguradora, por indemnización por daños a terceros.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. **Diseño y fabricación.** Los tanques de almacenamiento que se encuentran en la planta se encuentran bajo NOM-009-SESH-2011 y código ASME sección VIII. 2. **Revisiones de seguridad.** A los tanques de almacenamiento se les realiza un ultrasonido cada 5 años para detectar fugas que puedan presentarse en las juntas por soldadura, o defectos del material. Actualmente los dos tanques cuentan con los dictámenes de conformidad con la NOM-013-SEDG-2002, por lo que cumple con las especificaciones necesarias para operar. 3. **Sistemas de regulación y control del nivel de llenado**. Cada tanque cuenta con un medidor rotatorio marca Rochester modelo Magnatel de 25.4 mm de diámetro, un termómetro marca Rochester de -50°C a 50°C de 12.7 mm de diámetro, un manómetro marca Metron con intervalo mínimo de lectura de 0 a 21 kg/cm^2, dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro al 85 y 90% del volumen. 4. **Aislamiento térmico de recipientes.** Mediante la aplicación de los diferentes sistemas de aislamiento se podrá limitar la propagación de altas temperaturas por incendios. Tal es el caso de la aplicación a los tanques de almacenamiento de la pintura retardadora de fuego, la cual proporciona protección a las superficie durante un incendio creando una superficie de baja inflamabilidad, se auto extingue cuando la fuente de fuego es removida. 5. **Programas de mantenimiento preventivo.** La planta cuenta con un Programa de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas del tanque y sus accesorios. Además de que cada 5 años los tanques son sometidos a Pruebas de Ultrasonido para determinar si es apto para seguir operando.	1. **Sistema contra incendio a base de agua por aspersión.** Los tanques cuentan con dos tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente y en el mismo plano por arriba del recipiente. Las tuberías tienen un diámetro de 51 mm de diámetro. El rociado de los tanques consta de 56 boquillas (tanque 1) y 46 boquillas (tanque 2) aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, en la parte superior de cada uno de los tanques. Las boquillas de rociado son de la Marca Spraying System, con un gasto de 29.52 LPM y una presión de 3.0 kg/cm^2. 2. **Extintor de carretilla.** En la zona de almacenamiento se cuenta con dos extintores de carretilla, con capacidad de 50 kg de polvo químico seco clase ABC. 3. **Sistema de seguridad por medio de extintores**. Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tienen instalados seis extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg de capacidad dentro en la zona de almacenamiento. 4. **Respuestas de control**. Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado. 5. **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal cuenta con equipo de protección personal (Equipo de Bombero) 6. **Operaciones de emergencia**. Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta cuenta con un sistema de alarma sonora de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia. 7. **Paros de Emergencia**.

ÁREA DE ALMACENAMIENTO TANQUES DE 250,000 y 200,000 LITROS							
No. de orden	**Evento simulado**	**Radio de afectación**			**Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable**	**Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables**	**Efecto causado sobre el Componente Ambiental**
		Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos	**Zona de Alto Riesgo**	**Zona de Amortiguamiento**			
6 T-I	Explosión por la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente, y éste se rompe. (Explosión de un gas confinado).	10.0 psi: 22.54 m 3.0 psi: 45.99 m	ZR: 1.0 psi 104.99 m	ZA: 0.5 psi 178.46 m	Componente ambiental: Atmósfera Suelo Flora: Consultar Tabla 2.9 Fauna: Consultar Tabla 2.10 Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Zonas Vulnerables: • Carretera México-Tuxpan • Edificación particular 1 • Edificación particular 2 • Corrientes de agua intermitentes	Afectación relevante hasta 1,472.50 m. Carretera México-Tuxpan a 160.44 m al Norte de la zona de almacenamiento. Edificación particular 1 a 1,314.69 m al Noreste de la zona de almacenamiento. Edificación particular 2 a 1,216.86 m al Noroeste de la zona de almacenamiento. Corrientes de agua intermitentes a 1,085.56 m, 625.17 m al noroeste, 278.43 m al norte, 147.96 m y 177.88 m al este, a 471.80 m y 1,058.66 m al suroeste	Radiación térmica y Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	Radiación térmica incidente provocada por la BLEVE del tanque de almacenamiento considerando la combustión del contenido total del tanque al 80 % de su capacidad.	37.5 kW/m^2: 231.94 m 12.5 kW/m^2: 481.59 m	ZR: 5.0 kW/m^2: 783.84 m	ZA: 1.4 kW/m^2: 1,472.50 m			
6 T-II	Explosión por la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente, y éste se rompe. (Explosión de un gas confinado).	10.0 psi: 20.92 m 3.0 psi: 42.70 m	ZR: 1.0 psi 97.46 m	ZA: 0.5 psi 165.67 m			
	Radiación térmica incidente provocada por la BLEVE del tanque de almacenamiento considerando la combustión del contenido total del tanque al 80 % de su capacidad.	37.5 kW/m^2: 216.55 m 12.5 kW/m^2: 448.76 m	ZR: 5.0 kW/m^2: 730.14 m	ZA: 1.4 kW/m^2: 1,371.40 m			

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES PARA EL T-I CON CAPACIDAD DE 250,000 LITROS

La calidad del aire es el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión se tendría emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectan el componente atmósfera.
Onda de sobrepresión, proyección de fragmentos y ruido a causa de la explosión, asimismo, modificación de estructura de suelo, en el que actualmente se tiene la presencia de vegetación que se describe en la Tabla 2.9
Afectación a la fauna que habita en la zona tal como se describe en la Tabla 2.10
Obstrucción de la carretera México-Tuxpan
Daños a la infraestructura total de la planta causados por los efectos de la onda expansiva y radiación térmica.

DAÑOS POR SOBREPRESIÓN

Las ondas de sobrepresión afectarían las instalaciones de la planta de distribución de gas l.p. con una presión entre 10.0 psi y 3.0 psi lo cual resultaría en desplazamiento, falla de equipo pesado y 50% de daño en equipo. Mientras tanto la carretera México-Tuxpan recibiría una presión de 0.540216 psi y las corrientes de agua intermitentes recibirían una presión entre 0.5-1.0 psi.

Onda de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños parciales en la estructura de la planta de almacenamiento de gas l.p. y las personas que se encuentren laborando pudieran caer por la onda de sobrepresión, modificación de estructura de suelo, donde principalmente existe vegetación natural de los alrededores de la planta.

DAÑOS POR RADIACIÓN TÉRMICA

En cuanto a afectaciones a equipos y materiales por radiación térmica se tendría lo siguiente:

En un radio de 231.94 m a 37.5 kW/m^2 puede causar colapsos estructurales y daños a equipos de proceso.
En un radio de 481.59 m a 12.5 kW/m^2 puede encender madera, puede haber ignición de tubos y recubrimientos plásticos de cables eléctricos. Dentro de estos radios únicamente afectara la infraestructura de la propia empresa.
La carretera México-Tuxpan atraviesa estos radios de noreste a suroeste. Asimismo diferentes corrientes de agua intermitentes se encuentran alrededor de la planta de distribución de gas l.p., las cuales cruzan las diferentes zonas de radiación.

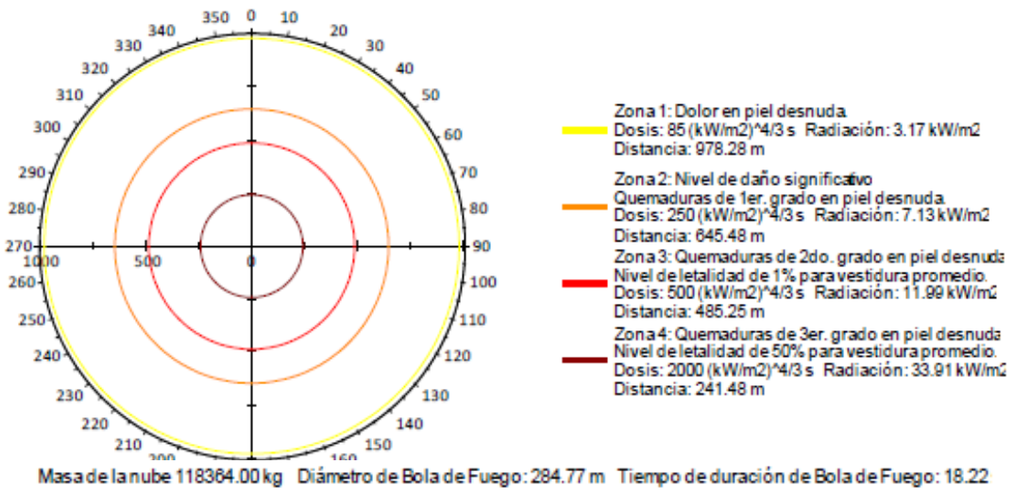
En caso de suceder la BLEVE del tanque de 250 m^3 (evento catastrófico y de mayor daño), la radiación emitida por la bola de fuego con una duración de 18.22 s causaría daños a las personas de acuerdo a la zona donde se encuentren ubicadas, teniéndose lo siguiente:

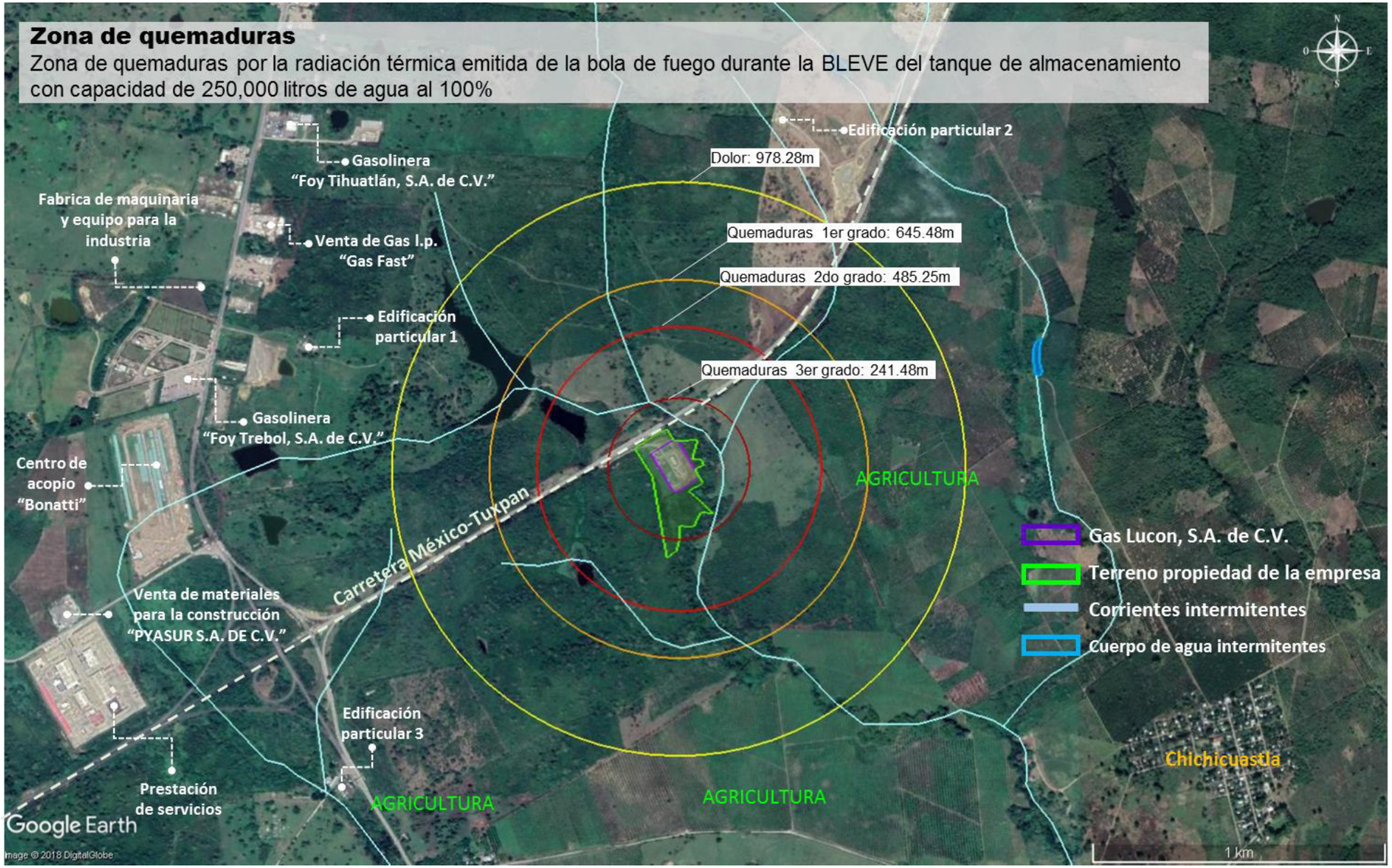
Zona 1: Terrenos con actividades agrícolas

Zona 2: Terrenos sin actividad

Zona 3: Terrenos sin actividad

Zona 4: Instalaciones de la planta de distribución de gas l.p., terrenos sin actividad




Zona de quemaduras
Zona de quemaduras por la radiación térmica emitida de la bola de fuego durante la BLEVE del tanque de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros de agua al 100%
Edificación particular 2
Dolor: 978.28m
Gasolinera "Foy Tihuatlán, S.A. de C.V."
Fabrica de maquinaria y equipo para la industria
Venta de Gas l.p. "Gas Fast"
Quemaduras 1er grado: 645.48m
Quemaduras 2do grado: 485.25m
Edificación particular 1
Quemaduras 3er grado: 241.48m
Gasolinera "Foy Trebol, S.A. de C.V."
Centro de acopio "Bonatti"
AGRICULTURA
Carretera México-Tuxpan
Venta de materiales para la construcción "PYASUR S.A. DE C.V."
Gas Lucon, S.A. de C.V.
Terreno propiedad de la empresa
Corrientes intermitentes
Cuerpo de agua intermitentes
Edificación particular 3
Chichicuastla
Prestación de servicios
AGRICULTURA
AGRICULTURA
Google Earth
Image © 2018 DigitalGlobe
1 km

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES PARA EL T-II CON CAPACIDAD DE 200,000 LITROS

La calidad del aire es el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión se tendría emisión de gases, emisión de partículas, emisión de ruido, que afectan el componente atmósfera.
Onda de sobrepresión, proyección de fragmentos y ruido a causa de la explosión, asimismo, modificación de estructura de suelo, en el que actualmente se tiene la presencia de vegetación que se describe en la Tabla 2.9
Afectación a la fauna que habita en la zona tal como se describe en la Tabla 2.10
Obstrucción de la carretera México-Tuxpan
Daños a la infraestructura total de la planta causados por los efectos de la onda expansiva y radiación térmica.

DAÑOS POR SOBREPRESIÓN

Las ondas de sobrepresión afectarían las instalaciones de la planta de distribución de gas l.p. con una presión entre 10.0 psi y 3.0 psi lo cual resultaría en desplazamiento, falla de equipo pesado y 50% de daño en equipo. Mientras tanto la carretera México-Tuxpan recibiría una presión de 0.53033 psi y las corrientes de agua intermitentes recibirían una presión entre 0.5-1.0 psi.

Onda de sobrepresión y ruido a causa de la explosión, dando pauta a daños parciales en la estructura de la planta de almacenamiento de gas l.p. y las personas que se encuentren laborando pudieran caer por la onda de sobrepresión, modificación de estructura de suelo, donde principalmente existe vegetación natural de los alrededores de la planta.

DAÑOS POR RADIACIÓN TÉRMICA

En cuanto a afectaciones a equipos y materiales por radiación térmica se tendría lo siguiente:

En un radio de 216.55 m a 37.5 kW/m^2 puede causar colapsos estructurales y daños a equipos de proceso.
En un radio de 448.76 m a 12.5 kW/m^2 puede encender madera, puede haber ignición de tubos y recubrimientos plásticos de cables eléctricos. Dentro de estos radios únicamente afectara la infraestructura de la propia empresa.
La carretera México-Tuxpan atraviesa estos radios de noreste a suroeste. Asimismo diferentes corrientes de agua intermitentes se encuentran alrededor de la planta de distribución de gas l.p., las cuales cruzan las diferentes zonas de radiación.

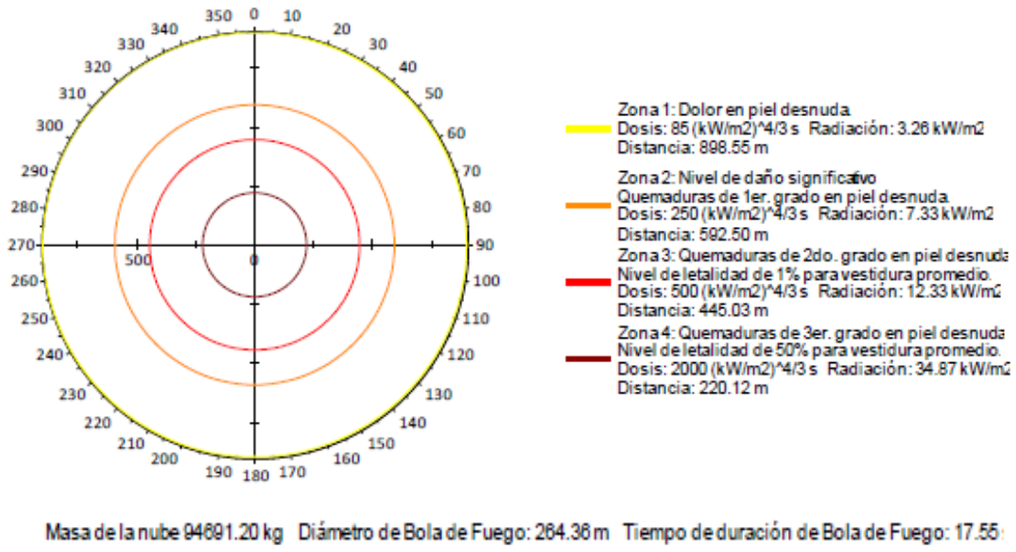
En caso de suceder la BLEVE del tanque de 200 m^3, la radiación emitida por la bola de fuego con una duración de 17.55 s causaría daños a las personas de acuerdo a la zona donde se encuentren ubicadas, teniéndose lo siguiente:

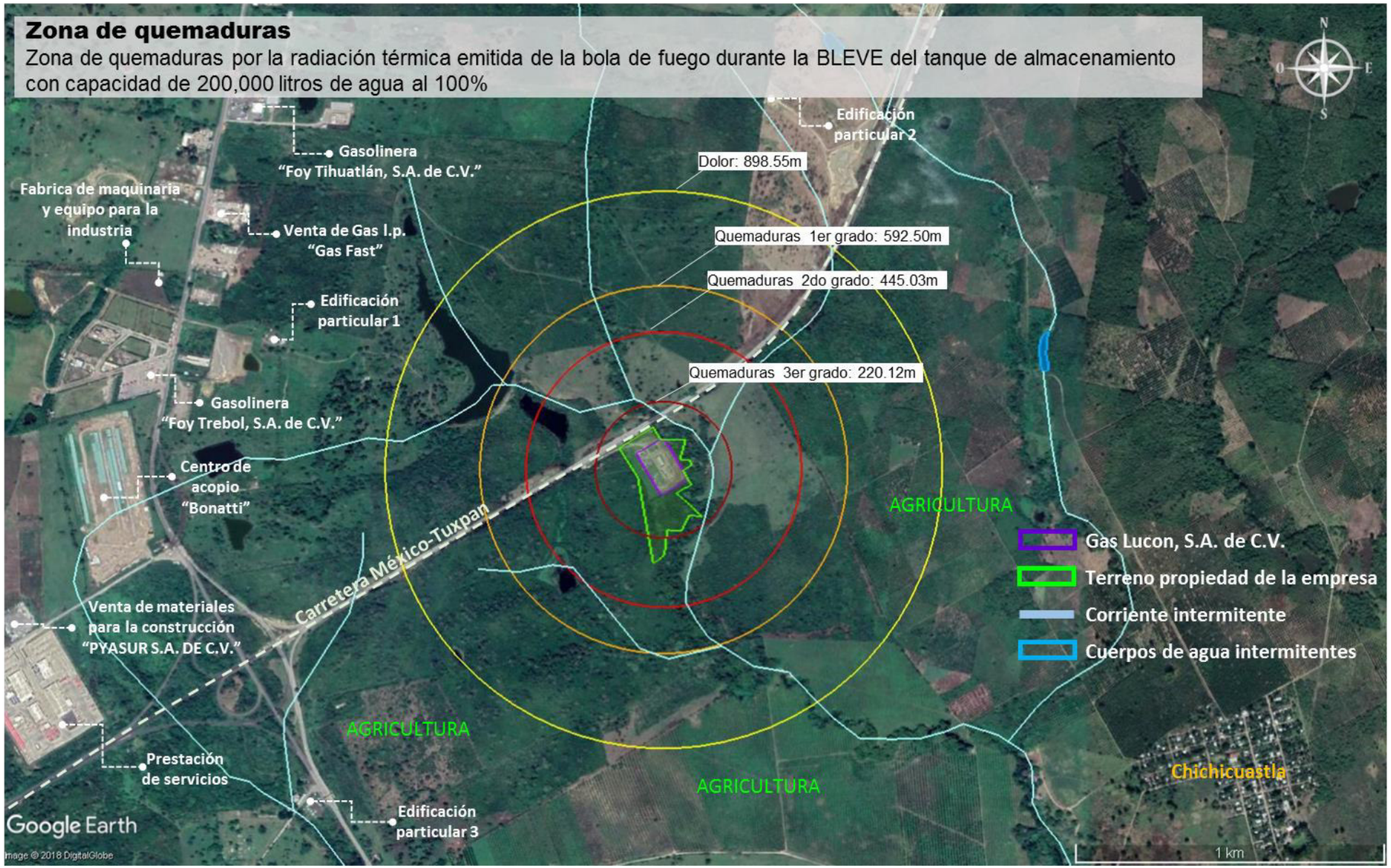
Zona 1: Terrenos con actividades agrícolas

Zona 2: Terrenos sin actividad

Zona 3: Terrenos sin actividad

Zona 4: Instalaciones de la planta de distribución de gas l.p., terrenos sin actividad




Zona de quemaduras
Zona de quemaduras por la radiación térmica emitida de la bola de fuego durante la BLEVE del tanque de almacenamiento con capacidad de 200,000 litros de agua al 100%
N
O
E
S
Edificación particular 2
Gasolinera "Foy Tihuatlán, S.A. de C.V."
Dolor: 898.55m
Fabrica de maquinaria y equipo para la industria
Venta de Gas l.p. "Gas Fast"
Quemaduras 1er grado: 592.50m
Quemaduras 2do grado: 445.03m
Edificación particular 1
Quemaduras 3er grado: 220.12m
Gasolinera "Foy Trebol, S.A. de C.V."
Centro de acopio "Bonatti"
AGRICULTURA
Carretera México-Tuxpan
Gas Lucon, S.A. de C.V.
Terreno propiedad de la empresa
Corriente intermitente
Cuerpos de agua intermitentes
Venta de materiales para la construcción "PYASUR S.A. DE C.V."
AGRICULTURA
Prestación de servicios
AGRICULTURA
Chichicuastla
Edificación particular 3
Google Earth
Image © 2018 DigitalGlobe
1 km

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE
• Suspensión de actividades de operación. • Notificación a autoridades municipales y estatales en la materia. • Programas de restauración de suelo y flora a causa del evento. • Rehabilitación de áreas afectadas que incluya: rehabilitación de suelos, reconstrucción de las instalaciones dañadas, restablecimiento del relieve a su estado original. • Uso de servicios de una compañía aseguradora, por indemnización por daños a terceros.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. Limitación de presión excesiva. Cada tanque cuenta con dos múltiples bridados marca Rego modelo A8547G de 102 mm (4") de diámetro. Cada múltiple cuenta con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149MG de 64 mm (2 ½") con capacidad individual de 307 m^3/min. Las válvulas de seguridad tienen tubos de desfogue de 2.50 m de largo con un punto de fractura. Las válvulas de seguridad bien diseñadas deberán al menos retrasar el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior. **2. Sistemas de regulación y control del nivel de llenado**. Cada tanque cuenta con un medidor rotatorio marca Rochester modelo Magnatel de 25.4 mm de diámetro, un termómetro marca Rochester de -50°C a 50°C de 12.7 mm de diámetro, un manómetro marca Metron con intervalo mínimo de lectura de 0 a 21 kg/cm^2, dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro al 85 y 90% del volumen. **3. Aislamiento térmico de recipientes.** Mediante la aplicación de los diferentes sistemas de aislamiento se podrá limitar la propagación de altas temperaturas por incendios. Tal es el caso de la aplicación a los tanques de almacenamiento de la pintura retardadora de fuego, la cual proporciona protección a las superficie durante un incendio creando una superficie de baja inflamabilidad, se auto extingue cuando la fuente de fuego es removida. **4. Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.** Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables. Dado lo anterior, **"Gas Lucon, S.A. de C.V."** cuenta con dos tanques de almacenamiento de gas l.p. diseñados bajo NOM/021/2SCFI-1993 (T-I), actualmente se cuenta con los dictámenes en conformidad con la NOM-013-SEDG-2002, por lo que cumple con las especificaciones necesarias para operar. **5. Programas de mantenimiento preventivo.** La planta cuenta con un Programa de Mantenimiento, el cual contempla revisiones periódicas del tanque y sus accesorios. Además de que cada 5 años los tanques son sometidos a Pruebas de Ultrasonido para determinar si es apto para seguir operando.	**1. Sistema contra incendio a base de agua por aspersión.** Los tanques cuentan con dos tubos de rociado paralelos al eje del mismo, ubicados simétricamente y en el mismo plano por arriba del recipiente. Las tuberías tienen un diámetro de 51 mm de diámetro. El rociado de los tanques consta de 56 boquillas (tanque 1) y 46 boquillas (tanque 2) aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, en la parte superior de cada uno de los tanques. Las boquillas de rociado son de la Marca Spraying System, con un gasto de 29.52 LPM y una presión de 3.0 kg/cm2. 2. **Extintor de carretilla.** En la zona de almacenamiento se cuenta con dos extintores de carretilla, con capacidad de 50 kg de polvo químico seco clase ABC. Además también se contará con 6 extintores manuales de polvo químico seco clase ABC con capacidad de 9 kg. 3. **Hidrantes.** Se tienen 4 hidrantes con manguera de 2" de diámetro, con una longitud de 30.00 m y un gasto de 350 LPM, los cuales en caso de incidente cubrirán perfectamente la zona de riesgo. 4. **Sistema de alarma**. Sistema de alarma sonora, de confirmación. 5. **Comunicación**. Se cuenta con teléfonos convencionales conectados a la red pública con un cartel en el muro adyacente en donde se especifiquen los números a marcar para llamar a los cuerpos de emergencia más cercanos a la instalación. Además, a través del sistema de radiocomunicación con los camiones repartidores de gas, se darán las instrucciones necesarias a los conductores para que en su caso llamen a las ayudas públicas por medio de teléfono y eviten regresar a la planta hasta nuevo aviso. 6. **Respuestas de control.-** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado (Brigadas). El personal está capacitado y organizado en brigadas contra incendio, primeros auxilios, laboratorio del fuego, uso y manejo de extintores e hidrantes, Además recibirá capacitación en Haz-Mat, de acuerdo al Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente el Trabajo. Capítulo 2 Artículo 17 apartado 2. Así como, la NOM-002-STPS-2000. 7. **Plan de Atención a Contingencias.** Dentro de la planta de almacenamiento de gas l.p. se integrarán cuerpos de personal para atacar las contingencias que se presenten: Desalojo del personal. Operación de válvulas. Operación de apoyo con extintores. Dar la señal de alarma Desconexión de la energía eléctrica Dar aviso a las autoridades Ataque a las zonas de fuego Conducir los vehículos a zonas fuera de peligro.

AREA DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES							
No. de orden	Evento simulado	Radio de afectación			Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable	Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables	Efecto causado sobre el Componente Ambiental
		Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos	Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento			
7	Explosión de una nube de vapor no confinada de GLP la cual es liberada a la atmósfera por la fuga por el desprendimiento de la punta POL durante el llenado de un recipiente transportable.	10.0 psi 2.08 m 3.0 psi 4.25 m	ZR: 1.0 psi 9.69 m	ZA: 0.5 psi 16.47 m	Componente ambiental: Atmósfera Suelo Fauna: Consultar Tabla 2.10 Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Zonas vulnerables: Infraestructura interna de la planta de almacenamiento. Asentamientos humanos: Ninguno	Afectación relevante hasta 16.47 m.	Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS

- La calidad del aire es el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión se tendría emisión de gases y partículas, que afectan el componente atmósfera.
- Ruido a causa de la explosión.
- Daño a la infraestructura interna de la planta y sus áreas de circulación

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE

- Suspensión de actividades de operación.
- Reconstrucción de las áreas internas dañadas por la explosión.
- Evaluación de daños e investigación del accidente.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. **Sistema general de "tierra".** Entre otros el múltiple de llenado y las básculas (de llenado y repeso) se encontraran conectados al sistema de tierra, el cual protege a estos equipos contra descargas eléctricas en el momento de ocurrir una descarga a tierra por falla de aislamiento. 2. **Equipos a prueba de explosión.** Las luminarias y botoneras son del tipo APDE propias para operar en atmósferas que contengan gases inflamables o explosivos (CLASE I, GRUPO D) 3. **Dispositivos de seguridad.** El múltiple de llenado cuenta con una válvula de seguridad para alivio de presión hidrostática de 13 mm. (1/2") de diámetro y flujo de 22 m^3/min 4. **Procedimientos por escrito.** En el andén de llenado de cilindros portátiles se tiene un letrero que contengan los procedimientos de operación del llenado de cilindros. 5. **Mantenimiento.** La planta cuenta con un Programa de Mantenimiento, que entre otros aspectos incluye un programa calendarizado de mantenimiento a Equipo de emergencia, válvulas y accesorios, tanques de almacenamiento, sistemas eléctrico, etc.	1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tienen instalados dos extintores PQS del tipo ABC de 9 kg en el muelle de llenado. 2. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado. 3. **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal cuenta con equipo de protección personal (Equipo de Bombero) 4. **Operaciones de emergencia**. Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta cuenta con un sistema de alarma sonora de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia. **5. Paros de Emergencia.**

ÁREA DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES							
No. de orden	**Evento simulado**	**Radio de afectación**			**Componente Ambiental afectado y/o Zona Vulnerable**	**Distanciamiento (m) a los Componentes Ambientales afectados y/o a Zonas Vulnerables****	**Efecto causado sobre el Componente Ambiental**
		Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos	**Zona de Alto Riesgo**	**Zona de Amortiguamiento**			
8	Si al estar llenando un tanque portátil, debido al desgaste del material de este en la soldadura del fondo y la presión que se ejerciera por el llenado. Provocaría un desprendimiento del tanque con la fuga instantánea de la capacidad del cilindro portátil.	10.0 psi 11.98 m 3.0 psi 24.45 m	ZR: 1.0 psi 55.80 m	ZA: 1.0 psi 94.86 m	Componente ambiental afectado: Atmósfera. Suelo. Flora: Consultar Tabla 2.9 Fauna: Consultar Tabla 2.10 Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010 Zona vulnerable: Infraestructura de la planta. Asentamientos humanos: Ninguno.	Afectación relevante hasta 94.86 m	Dispersión en la atmosfera de una nube de gas inflamable. Ondas de sobrepresión. (Efecto radial)
	Emisión instantánea de corta duración, por el desprendimiento de manguera, formando una nube inflamable que al encontrar una fuente de ignición origina una ignición retardada que provocará una llamarada o flash fire	Límite inferior de inflamabilidad (L.I.I) a los 5.71 m. en dirección del viento (eje X) y 5.05 m en dirección perpendicular (eje Y). El 0.5 L.I.I. se alcanza a los 11.53 m en dirección del viento (eje X) y 6.69 m en dirección perpendicular (eje Y).					

RELEVANCIA DEL EFECTO SOBRE LOS COMPONENTES AMBIENTALES AFECTADOS
• La calidad del aire es el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión se tendría emisión de gases, emisión de partículas, proyección de fragmentos, emisión de ruido, que afectan el componente atmósfera. • Daños a la infraestructura de la propia planta, áreas de circulación, así como el ruido causado por motivos de la explosión.

MEDIDAS DE RESTAURACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA MINIMIZAR LOS EFECTOS NEGATIVOS AL AMBIENTE
• Suspensión de actividades de operación. • Reconstrucción de las áreas internas dañadas por la explosión. • Evaluación de daños e investigación del accidente.

MEDIDAS PARA MINIMIZAR LA PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL EVENTO	MEDIDAS PARA REDUCIR LA RELEVANCIA DEL EFECTO.- ACCIONES TÉCNICAS CORRECTIVAS
1. **Valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes transportables de acuerdo a la NOM-008-SESH/SCFI-2010.** El personal de llenado selecciona los recipientes transportables a fin de detectar anomalías o desperfectos en los mismos; aquellos que presenten daños en la base, espiga, capuchón o indicios de corrosión se separan y son enviados al taller de mantenimiento para su reparación. En caso de encontrarse en condiciones inadecuadas se envían al fondo de reposición de cilindros. 2. **Mantenimiento.** Los recipientes transportables que presenten daños en la base, espiga, capuchón o indicios de corrosión se separan y se les brinda mantenimiento. 3. **Dispositivo de seguridad.** Cada recipiente transportable cuenta con una válvula de seguridad que abre a 375 psi y su capacidad de desfogue es de 10 m^3/ min., conexión a cilindro 3/4" mnpt. y conexión de salida para servicio .885"-14 NGO L.H. 4. **Manejo adecuado de los recipientes transportables.** Se tiene cuidado en el manejo de dichos recipientes para que de existir algún problema no se suscite el efecto dominó. Se evitará rodarlos sobre el piso y azotarlos.	1. **Sistema de seguridad por medio de extintores.** Como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tienen instalados dos extintores PQS del tipo ABC de 9 kg. 2. **Respuestas de control.** Respuesta inmediata de los operadores ante un evento inesperado. 3. **Equipo de protección personal.** Para dar respuesta inmediata a un evento inesperado el personal cuenta con equipo de protección personal (Equipo de Bombero) 4. **Operaciones de emergencia**. Ante una eventualidad (incendio y/o explosión) la planta cuenta con un sistema de alarma sonora de confirmación. Además de actuar conforme a los procedimientos de emergencia. 5. **Paros de Emergencia.**

GAS LUCON, S.A. DE C.V.

KM 226+500 DE LA CARRETERA MÉXICO-TUXPAN, MUNICIPIO DE TIHUATLÁN, VERACRUZ.

ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

Capítulo III

Señalamiento de las medidas de seguridad y preventivas en materia ambiental

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

1. Inspección y supervisión por parte del personal de la planta durante las operaciones de trasiego, con la finalidad de verificar que los operadores de las unidades (auto-tanques y semirremolques) acaten los procedimientos operativos establecidos.

2. El operador de la unidad (auto-tanques y semirremolques) antes de llevar a cabo la operación de trasiego de GLP en apego a los procedimientos operativos y de seguridad establecidos, deberá:

   - Verifica las condiciones físicas (volumen/presión/temperatura).
   - Apagar el motor.
   - Colocar la tierra para descargar la energía estática acumulada.
   - Colocar calzas a las ruedas del vehículo.

3. Deberá llevar un control de la medición de las variables (volumen/presión/temperatura) en el recipiente del vehículo, mediante el llenado de una “Hoja de Control”.

4. Mantener vigente el Dictamen de conformidad con la **NOM-007-SESH-2010**, *Vehículos para el transporte y distribución de Gas L.P. – Condiciones de seguridad, operación y mantenimiento*.

5. Colocar en las mangueras de la toma de recepción y las tomas de suministro, separadores mecánicos (válvula “*pull-away”)*, lo que permitirá asegurar el cierre automático de fuga de GLP., en caso de ruptura de manguera, ocasionado por arranque inesperado del vehículo.

6. Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.

7. Colocar letrero de procedimiento de operación de la válvula de cuatro vías del compresor.

8. Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.

9. Elaborar e implementar un Programa Calendarizado de Limpieza e Inspección de todas las áreas que integran la instalación, haciendo énfasis especial a las zonas clasificadas como peligrosas o de mayor riesgo, que son aquellas en donde se llevan a cabo operaciones de transferencia de GLP, como lo son:

   - Muelle de llenado de recipientes transportables.
   - Toma de recepción de semirremolques.
   - Toma de suministro a auto-tanques.

   A fin de evitar la acumulación de basura y mantener el área libre de materiales combustibles.

10. Llevar un registro del tiempo de vida útil de las válvulas de relevo de presión, exceso de flujo, no retroceso, a fin de que estas no tengan una antigüedad mayor de once años a partir de su fecha de fabricación o de diez años a partir de su fecha de instalación.

11. Mantener los originales del Programa Anual de Mantenimiento (año en curso) de los sistemas de trasiego, sistema contra incendio y eléctrico e instalaciones en general. Este deberá estar firmado por el responsable de la instalación.

12. Mantener el original de la bitácora de trabajos de mantenimiento, la cual deberá ser firmada y avalada como mínimo cada 6 meses por la Unidad de Verificación en materia de GLP. Y firmada cada 8 días naturales por el responsable general y de mantenimiento de la planta.

13. Mantener evidencia de los trabajos de mantenimiento realizado.

14. Revisión del diseño y operación de la *instalación*. Es conveniente considerar inspecciones y/o revisiones con el fin de verificar que las condiciones actuales de la Planta de Distribución son las óptimas o si es necesario hacer ajustes en el diseño u operación de la misma.

15. Mantener los originales del Programa Anual de Capacitación (año en curso) y de las constancias de capacitación del personal dedicado a las operaciones de trasiego de GLP, con una fecha de emisión máxima de dos años anteriores, contados a partir de la fecha en que se realiza la evaluación de la conformidad con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014**, *Planta de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación*, tal como se valida en el numeral **5.1.2** inciso ***j)*** de la citada Norma.

16. Es de vital importancia incluir en el Programa de Anual Simulacros los escenarios identificados del presente estudio. Es importante mencionar que en este caso, para el desarrollo de los Simulacros se deberá de tener en consideración el **Capítulo 10**. *Simulacros de emergencias de incendio*, de la Norma Oficial Mexicana **NOM-002-STPS-2010**, *Condiciones de seguridad-Prevención y contra incendios en los centros de trabajo*.

17. Deberá realizar la medición ultrasónica de espesores al recipiente cada cinco años de conformidad con lo señalado en la NOM-013-SEDG-2002. El correspondería al año 2022 para ambos tanques.

18. En caso de tener un recipiente transportable sobrellenado, este no deberá enviarse a los camiones repartidores, ni arrojarlo a la atmósfera. Lo conveniente será transferirlo a otro cilindro vacío. Es decir: Invertir el cilindro sobrellenado, colocándolo de manera que quede más alto que el otro recipiente al cual se va a transferir. Por gravedad o diferencia de altura, el gas pasará de un cilindro a otro.

19. Los recipientes transportables propiedad de la planta deben cumplir en su totalidad con lo establecido en los puntos **4**, **5**, **6** y **7** de la NOM-011/1-SEDG-1999, en relación a la valoración de las condiciones de seguridad de los recipientes portátiles, instrumentos de medición, marcado y pintura.

Los recipientes transportables para Gas L.P., fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil máxima de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados del servicio e inutilizados.

20. Se deberá verificar los valores de la conductividad de las tierras físicas, de acuerdo a lo establecido en el numeral **5.3**, **5.4** y **5.6** del **Capítulo 5**. *Obligaciones del patrón*, de la Norma Oficial Mexicana **NOM-022-STPS-2015. Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.** Dicha revisión se ha de efectuar de manera anual al menos o cuando en el inmueble se realicen modificaciones que afecten las condiciones de operación de la Red de Puesta a Tierra.

21. Realizar un plan de atención a emergencias que contemple las acciones a realizar en caso de un fallo en el suministro de electricidad, durante las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la planta.

22. Realizar procedimientos de mantenimiento seguro a las instalaciones eléctricas conforme a lo establecido en la **NOM-029-STPS-2011**. Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.

23. Elaborar e implementar un Programa anual de revisión mensual de los extintores y vigilar que estos cumplan con las condiciones establecidas en el numeral **7.2** incisos **a)** al **m)**, de acuerdo con el **Capítulo 7**. *Condiciones de prevención y protección contra incendios* de la Norma Oficial Mexicana **NOM-002-STPS-2010.** *Condiciones de seguridad-Prevención y contra incendios en los centros de trabajo***,** el cual asegure la ubicación de dichos elementos de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SESH-2014**, *Planta de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones de seguras en su operación*, tal como señala la tabla contenida en el numeral **4.2.4.3.1.2** y **4.2.4.3.2.1**.

24. Contemplar la instalación de una bomba jockey con la finalidad de mantener la presión del sistema.

25. Deberá mantener una presión mínima de 7 kg/cm^2 en toda la red hidráulica. Esta condición deberá conservarse cuando el sistema esté funcionando, es decir, cuando estén abiertas un determinado número de mangueras o rociadores, según las especificaciones del fabricante o instalador. Asimismo, deberá mantener la capacidad de la cisterna a su nivel máximo.

26. Mantener vigente su seguro de riesgo ambiental de conformidad con lo señalado en el **Artículo 147 BIS** de la **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente**.

III.1.1 Sistemas de seguridad.

A continuación se describirá cada uno de los elementos que existen físicamente considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

Cada tanque cuenta con los siguientes accesorios:

- Un medidor rotatorio marca Rochester modelo Magnetel de 25.4 mm de diámetro
- Un termómetro marca Rochester de -50°C a 50°C, de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro marca Metron con intervalo mínimo de lectura de 0 a 21 kg/ cm2
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro, al 85 y 90% del volumen.
- El tanque 1 cuenta con una válvula de exceso de flujo para gas líquido marca Rego modelo A7529V6 con un diámetro de 76 mm (3") y con capacidad de 946 LPM (250 GPM).
- El tanque 1 cuenta con una válvula de exceso de flujo para retorno de gas líquido marca REGO modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 583.77 LPM (122 GPM).
- El tanque 1 cuenta con dos válvulas de exceso de flujo para vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm de diámetro (2") con capacidad de 37600 DFM (1,065 m3/min).
- El tanque 2 cuenta con cuatro válvulas de exceso de flujo para gas líquido marca Rego modelo A7529V6 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 946 LPM (250 GPM).
- El tanque 2 cuenta con tres válvulas de exceso de flujo para retorno de líquido marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 583.77 LPM (122 GPM).
- El tanque 2 cuenta con cuatro válvulas e exceso de flujo para vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 37600 CFM (1,065 m3/min).
- Ocho válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149MG de 64 mm (2 ½") de diámetro con capacidad de 307 m3/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.
- Dos aditamentos múltiples bridados marca Rego modelo A8547G de 102 mm (4") de diámetro.

Asimismo, se cuenta con elementos para poder controlar las operaciones de trasiego de GLP, tales como:

Controles manuales, automáticos y de medición.

a) Controles manuales.

   En diversos puntos de la instalación se tienen válvulas de globo y de bola de operación manual, para una presión de trabajo 28 kg/cm^2, las cuales se mantienen abiertas o cerradas de acuerdo al sentido del flujo que se requiera.

b) Controles automáticos.

A la descarga de cada bomba se cuenta con un control automático de 38 mm (1 1/2") de diámetro, para retorno de gas-líquido excedente a los tanques de almacenamiento, éste control consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial, para la bomba 1 y 2 está calibrada para una presión de apertura de 5.0 kg/cm2 (71 Lb/in^2) y 3 kg/cm^2 (42 psi) para la bomba de llenado de recipientes transportables.

c) Controles de Medición:

En la toma de Suministro, se tienen instalados medidor volumétrico de Gas L.P. para el control interno en el llenado de auto-tanques.

Tipo: 4D
Diámetro de entrada y salida: 51 mm
Capacidad: 380 LPM (100 GPM) máx.
78 LPM (20 GPM) mín.
Presión de trabajo: 24.6 kg/cm^2

a) Extintores.

Se cuenta con extintores de tipo manual, con capacidad mínima de 9.00 kg a base de polvo químico seco (PQS), tipo ABC, a excepción de los que están instalados en los tableros de control eléctrico, los cuales son de bióxido de carbono (CO_2).

Los extintores están colocados en las siguientes áreas de la instalación:

● Zona de almacenamiento, en la cual se incluyen 2 extintores de PQS con 9 kg de capacidad cada uno.

● Toma de recepción, se dispone de 1 extintor de PQS de 9 kg.

● Toma de suministro, se cuenta con 1 extintor de PQS, con capacidad de 9 kg.

● En el muelle de llenado, se tiene un total de 1 extintor de PQS con capacidad de 9 kg.

● Junto a cada bomba y junto al compresor del sistema de trasiego se tiene 1 extintor de PQS de 9 kg cada uno (4 en total).

● Estacionamiento, se cuenta con un total de 2 extintores de PQS de 9 kg de capacidad.

● Caseta de equipo contra incendio, se tiene un extintor de PQS de 9 kg de capacidad.

● Vaciado de recipientes transportables, se tiene un extintor de PQS de 9 kg de capacidad.

● En el tablero eléctrico se tiene instalado 1 extintor de CO_2 de 9 kg de capacidad.

- Las oficinas cuentan con 3 extintores de PQS con 9 kg de capacidad.
- Bodegas se tiene instalado 1 extintor de PQS de 9 kg de capacidad.
- Taller cuenta con 1 extintor de PQS de 9 kg de capacidad.
- Caseta de vigilancia, 1 extintor de PQS de 9 kg de capacidad.
- Se cuenta con dos extintores de carretilla con capacidad de 60 kg de PQS localizado en la zona de almacenamiento.

b) Sistema de seguridad

Sistema de alarma: La planta de distribución cuenta con un sistema de aviso de emergencia mediante alarma sonora que puede ser activada manualmente para alertar al personal de la misma en caso de emergencia.

Sistema de paro de emergencia: Los actuadores son accionados a control remoto y son del tipo neumático. No se utiliza Gas L.P., como fluido para operar el actuador neumático.

En el sentido del flujo están colocadas las válvulas de cierre de operación manual, la de emergencia y la de exceso de flujo.

La ubicación del botón que acciona la válvula de paro de emergencia está señalizada.

c) Accesorios de protección

Se cuenta con cuando menos un gabinete que contenga, como mínimo el equipo de protección personal para dos personas.

Cada equipo consiste cuando menos en: casco con protector facial, botas, guantes, pantalón y chaquetón para bombero, confeccionados a base de Nomex, Kevlar o materiales equivalentes.

d) Manejo de agua a presión:

1. Cisterna o tanque de agua.

La cisterna de seguridad con capacidad de 155.00 m^3. Este recinto es subterráneo construido con concreto armado. Su llenado se hace a base de pipas.

2. Equipos de bombeo.

De acuerdo con el numeral **4.2.4.2.2** de la **NOM-001-SESH-2014**, se debe de contar con un equipo de bombeo compuesto por una bomba principal y como mínimo una de respaldo, por lo que para tales efectos se tiene:

Dos bombas acopladas, cada una a un motor eléctrico de 60 HP y gasto de 2,400 LPM a 6 kg/cm^2. De acuerdo al numeral antes mencionado se cuenta con un generador eléctrico exclusivo para la operación de las bombas contra incendio.

3. Red de distribución de agua contra incendio.

La red distribuidora es de tubo de acero al carbón galvanizado cédula 80. Esta tubería se tiene instalada en forma subterránea a 1.0 m de profundidad la red que alimenta al sistema de enfriamiento inicia su recorrido saliendo de la caseta de máquinas con tubería de 152 mm (6").

Esta cisterna alimenta a los siguientes componentes:

- Cuatro hidrantes con manguera de 2" de diámetro con una longitud de 30 m y una presión de 3 kg/cm^2.
- Sistema de enfriamiento el cual cuenta con una válvula de compuerta de accionamiento manual para cada tanque.
- La tubería es de acero al carbón cédula 80 en su recorrido visible.

Los tanques cuentan con tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba.
Estas tuberías centrales longitudinales son de 51 mm de diámetro. Los tubos están instalados a lo largo de los tanques, con el propósito de estandarizar la presión dinámica en toda su longitud.

El rociado se hace colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 56 boquillas (tanque 1) y 46 boquillas (tanque 2). Las de rociado son Marca Spraying Systems tipo recto Modelo ½" HH-40 con un gasto de 29.52 LPM y una presión de 3 kg/cm^2

Se cuenta con un total de cuatro hidrantes, que forman parte del ***sistema contra incendio***, con un gasto de 350 L.P.M. Cuentan con una manguera de longitud máxima de 30 m con un diámetro nominal mínimo de 38 mm ("), las mangueras son de hule y lona recubierta con poliéster.

La localización del equipo y dispositivos antes mencionados se pueden consultar a detalle en el plano del Proyecto Sistema Contra Incendio y Plano Mecánico.

III.1.2 Medidas preventivas.

Como ya se ha mencionado anteriormente la operación de la planta de distribución de GLP es relativamente simple, ya que en ella no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química. El GLP sólo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y trasiego a auto-tanques y recipientes transportables para el suministro a los usuarios.

Acorde a lo anterior se enlistan a continuación las medidas preventivas que se aplican durante la operación normal de la planta. Dichas medidas tendrán como objetivo evitar el deterioro del medio ambiente.

MEDIDAS PREVENTIVAS ANTICONTAMINANTES.

- *CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES.*

Los residuos líquidos que se generan por el uso de los servicios sanitarios, actividades de limpieza a las instalaciones en general, así como a los vehículos son depositados en la fosa séptica construida en el lindero Noroeste de la planta de distribución de gas l.p. la cual recibe constante mantenimiento

- *MEJORA DEL CONTROL DE EMISIONES.*

Durante la operación normal de la Planta de Distribución de Gas L.P., no existirán fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmósfera, sólo se tendrán pequeñas liberaciones de GLP al desconectar las mangueras del área del muelle de llenado, recepción y suministro, estas emisiones furtivas serán mínimas, ya que se contarán con sistemas de seguridad (válvulas de corte) altamente eficientes, y además, al encontrarse en área abierta existirá suficiente ventilación asegurando que la dispersión sea inmediata, por lo que esto no tiene un impacto ambiental significativo ni constituyen un riesgo para el ambiente, las instalaciones o la salud de la población.

- *GESTIÓN DE RESIDUOS.*

Residuos Sólidos Urbanos: Los residuos sólidos urbanos son generados por el personal de la empresa y son dispuestos en tambos de metal o plástico con capacidad de 200 litros, los cuales se pretende se encuentren señalados con el tipo de residuo y separados por códigos de color; sin embargo durante la visita se observó que algunos tambos no cuentan con el rotulado correspondiente, por lo cual el promovente deberá implementar las medidas necesarias. Para evitar su acumulación los RSU son retirados de la Planta aproximadamente cada mes por parte del área de limpia pública del municipio, o en su caso si se sobre pasa la generación en menos del mes se hace la solicitud para que sean recogidos en periodos más cortos.

Residuos de Manejo Especial:

Los neumáticos usados son considerados como residuos de manejo especial, una vez que termina su vida útil, se lleva a cabo el cambio a los auto-tanques o a los vehículos empleados para la distribución por medio de cilindros transportables, estos neumáticos son conservados temporalmente en la Planta para posteriormente ser manejados y

puestos a disposición de empresas autorizadas o en su caso los vehículos son llevados a establecimientos donde se encargan de realizar el cambio de neumáticos y de la disposición final de los mismos.

Residuos Peligrosos: No se tiene la cantidad exacta ni la periodicidad en la que se generan los residuos dado que estos se derivan principalmente por el mantenimiento a los auto-tanques, obteniendo aceites usados principalmente o estopas impregnadas de aceite, no obstante, los residuos son almacenados de manera temporal en un sitio destinado para ello.

Para el transporte y destino final de los residuos, el promovente contratará a una empresa externa que esté autorizada por las autoridades correspondientes

El manejo y disposición de los residuos generados en la planta de distribución de GLP, se registran en algunas áreas específicas, donde la empresa deberá realizar las siguientes acciones, cabe destacar que algunas ya son desarrolladas mientras que otras se deben implementar:

Acciones para el manejo de los residuos generados por la empresa.		
ACCIÓN	**REALIZADA**	**A IMPLEMENTAR**
a. Disponer sus residuos en sitios autorizados por la autoridad municipal.	**X**	
b. Minimizar la generación de residuos que no puedan prevenirse.	**X**	
c. Instalar embalajes para la disposición temporal de residuos con rótulos: “Residuos peligrosos” y “Residuos No Peligrosos”, para el correcto manejo de los mismos dentro de las instalaciones.	**X**	
d. Contar con una bitácora sobre los residuos generados.		Sólo se realiza en Residuos peligrosos
e. Prevenir su generación.	**X**	
f. Reciclar el mayor número de residuos o elementos generados por la empresa, con la finalidad de disminuir en lo posible la demanda de los recursos.		**X**
g. Dar mantenimiento periódico a los contenedores de residuos, con el fin de evitar derrames o salidas no controladas.	**X**	
h. Mantener con cubierta los contenedores de basura		**X**

- *REDUCCIÓN DEL RIESGO DE VERTIDOS ACCIDENTALES*

La materia prima para la operación de una planta de distribución de gas GLP es el gas licuado de petróleo, únicamente se utilizan pinturas y solventes para el taller de recipientes transportables, los cuales se mantienen almacenados en recipientes para evitar que se infiltren en el subsuelo.

MEDIDAS PREVENTIVAS ORIENTADAS A LA REDUCCIÓN DE RIESGOS.

De acuerdo al análisis y evaluación de riesgo realizado anteriormente se determinó que el evento máximo catastrófico, el cual determina las zonas totales de afectación, involucra la explosión **BLEVE** de un tanque de almacenamiento, la cual genera daños por sobrepresión y radiación térmica.

Por lo que las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de presentarse una BLEVE están orientados a evitar las condiciones determinantes que permiten el desarrollo de este fenómeno y la cuales están orientadas a:

- Limitación de presiones excesivas.
- Limitación de temperaturas excesivas.
- Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE PRESIONES EXCESIVAS.

A) Diseño adecuado de válvulas de seguridad y discos de ruptura.

Las **válvulas de seguridad para alivio de presiones**, así como los **discos de ruptura**, son dos elementos clave frente a sobrepresiones. Ellos permiten que no se alcance la presión de diseño de los propios recipientes. Tales elementos de seguridad, por un incorrecto diseño o por un deficiente mantenimiento, pueden convertirse en ineficaces, por lo que es fundamental que en todo momento dichos elementos estén en perfectas condiciones.

Las válvulas de seguridad bien diseñadas deberán al menos retrasar el tiempo de aparición de la BLEVE, al ir descargando al exterior y de no existir un incendio considerable hacerla más dificultosa por liberación de fluido interior.

En base a los conocimientos expuestos sobre la formación de BLEVE's, de ser posible, las válvulas de alivio de presiones deberían estar dimensionadas para que abrieran antes de alcanzarse la presión correspondiente a la temperatura límite de sobrecalentamiento y ello con una inercia de respuesta mínima.

De acuerdo a lo anterior expuesto, el tanque 1 y 2 cuentan con dos aditamentos múltiples bridados marca Rego modelo A8547G de 102 mm (4”) de diámetro. Cada múltiple cuenta con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149MG de 64 mm (2 ½”) de diámetro con capacidad de 307 m^3/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.

B) Control riguroso del grado de llenado de los recipientes.

Es una medida de seguridad fundamental, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normativa, el cual está en función de las características del fluido y de sus condiciones de almacenamiento.

Ningún recipiente es capaz de resistir la sobrepresión que se genera sobre sus paredes interiores a causa de la dilatación del propio líquido al aumentar la temperatura. **Por este motivo los tanques de almacenamiento están dotados de los adecuados sistemas de regulación y control del nivel de llenado (medidor rotatorio de nivel, medidor magnético de nivel, válvulas de exceso de flujo, etc.).**

Cada tanque cuenta con los siguientes accesorios:

- Un medidor rotatorio marca Rochester modelo Magnetel de 25.4 mm de diámetro
- Un termómetro marca Rochester de -50°C a 50°C, de 12.7 mm de diámetro.

- Un manómetro marca Metron con intervalo mínimo de lectura de 0 a 21 kg/ cm_2
- Dos válvulas de máximo llenado marca Rego de 6.35 mm de diámetro, al 85 y 90% del volumen.
- El tanque 1 cuenta con una válvula de exceso de flujo para gas líquido marca Rego modelo A7529V6 con un diámetro de 76 mm (3") y con capacidad de 946 LPM (250 GPM).
- El tanque 1 cuenta con una válvula de exceso de flujo para retorno de gas líquido marca REGO modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 583.77 LPM (122 GPM).
- El tanque 1 cuenta con dos válvulas de exceso de flujo para vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm de diámetro (2") con capacidad de 37600 DFM (1,065 m_3/min).
- El tanque 2 cuenta con cuatro válvulas de exceso de flujo para gas líquido marca Rego modelo A7529V6 de 76 mm (3") de diámetro con capacidad de 946 LPM (250 GPM).
- El tanque 2 cuenta con tres válvulas de exceso de flujo para retorno de líquido marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 583.77 LPM (122 GPM).
- El tanque 2 cuenta con cuatro válvulas e exceso de flujo para vapor marca Rego modelo A3292C de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 37600 CFM (1,065 m_3/min).
- Cada tanque cuenta con ocho válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149MG de 64 mm (2 ½") de diámetro con capacidad de 307 m_3/min cada una. Estas válvulas cuentan con puntos de ruptura.

MEDIDAS PARA LA LIMITACIÓN DE TEMPERATURAS EXCESIVAS.

Dado que el calor radiante producido en los incendios es la principal fuente de generación de estas explosiones, es fundamental un riguroso control sobre las medidas de prevención contra los incendios.

A continuación se indican las medidas básicas:

Sistemas de aspersión.

Esta medida es imprescindible para evitar el impacto térmico sobre la superficie de todo recipiente expuesto a fuego directo o a los efectos de radiación térmica de una BLEVE o incendio generado en un área próxima.

El agua contra incendios rociará cada depósito en su parte superior en contacto con la fase vapor en donde pueden alcanzarse fácilmente temperaturas críticas.

Cada tanque cuenta con dos tubos de rociado paralelos al eje de los mismos, ubicados simétricamente por arriba de cada tanque. Estas tuberías son de 51 mm de diámetro.

El rociado se hace colocando boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de la tubería, colocando 56 boquillas (tanque 1) y 46 boquillas (tanque 2). Las boquillas de rociado son marca spraying system de tipo recto modelo ½"-HH-40 con un gasto de 29.52 L.P.M. ya una presión de 3.0 kg/cm^2.

PREVENCIÓN DE ROTURAS EN LAS PAREDES DE LOS DEPÓSITOS.

Es evidente que los depósitos que contienen gases licuados a presión deben estar sometidos a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior. Las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Asimismo, de conformidad con la **NOM-013-SEDG-2002** se realiza la medición ultrasónica de espesores al recipiente a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada cinco años.

Es necesario prever los posibles impactos mecánicos sobre las superficies de los recipientes ya que una perforación de los mismos ocasionaría una bajada brusca de presión que, junto con unas condiciones térmicas adversas, podría originar la BLEVE.

Los recipientes están situados de tal forma que su eje longitudinal no apunte, ni a otros depósitos, ni a zonas con riesgos de incidencia.

Pero si a pesar de las precauciones descritas anteriormente, se presentara la BLEVE, suponiendo que todas las medidas de seguridad fallaran, se tendría una afectación al ambiente y la población por radiación térmica, por lo que **"Gas Lucon, S.A. de C.V."** contempla la **INDEMNIZACIÓN por los daños y perjuicios ocasionados mediante** su seguro de responsabilidad civil, el cubrirá daños a terceros que pudieran derivarse de la prestación de sus servicios.

Además es indispensable que en caso de ocurrir alguna contingencia, como medida de compensación al daño ocasionado al sistema ambiental, la empresa deberá impulsar y subsidiar medidas que permitan y/o favorezcan la rehabilitación de los recursos bióticos y abióticos de la zona. Dicha rehabilitación tendrá que hacerse en conformidad a lo establecido por la legislación vigente y/o las autoridades competentes en materia ambiental.

Es importante mencionar que la empresa buscará fortalecer las medidas de mitigación con capacitación del personal que formará parte de los planes de emergencia, desarrollando programas de capacitación en el manejo de gas l. p., así como de estar en constante contacto con las autoridades correspondientes, logrando de esta manera reducir la probabilidad de que se presente alguna contingencia en la planta de distribución de GLP.

GAS LUCON, S.A. DE C.V.

KM 226+500 DE LA CARRETERA MÉXICO-TUXPAN, MUNICIPIO DE TIHUATLÁN, VERACRUZ.

ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

Capítulo IV

RESUMEN

Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

La planta de distribución de GLP perteneciente a **Gas Lucon, S.A. de C.V.** ubicada en el km. 226+500 de la Carretera México-Tuxpan, Municipio de Tihuatlán, Estado de Veracruz cuenta una capacidad de almacenamiento total de **450,000 litros** agua al 100% distribuida en dos tanques, el equivalente a 266,319 kilogramos.

La empresa inició operaciones bajo la razón social Gas Lucon, S.A. de C.V. en el año de 2003, de acuerdo al oficio **513.-DOS-F-0014/03** emitido por la Dirección General de Gas L.P., Dirección de operación y supervisión de la Secretaría de Energía el 10 de enero de 2003.

Actualmente la planta de almacenamiento de Gas L.P. cuenta con dos tanques de almacenamiento del tipo intemperie-cilíndrico horizontal, el tanque I con capacidad de 250,000 litros y el tanque II con una capacidad de 200,000 litros al 100 %, equivalente a **266,319 kilogramos.** Conforme se estipula en el **Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas**, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 04 de mayo de 1992, la cantidad de reporte para el Gas L.P. es a partir de 50,000 kg. Por lo tanto la cantidad almacenada excede la cantidad de reporte.

Consciente de lo anterior, se pretende obtener la autorización en Materia de Impacto Ambiental y Riesgo, por lo que la empresa **Gas Lucon, S.A. de C.V.** presenta el Impacto Ambiental y Estudio de Riesgo Modalidad Análisis de Riesgo con la firme intención de dar cumplimiento a los lineamientos de la normatividad vigente y que resultan aplicables.

Dicho proyecto se ubica dentro del sector hidrocarburos, tal como señala la **Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos**, que de acuerdo con el **Título Primero**: *Disposiciones Generales, Capítulo Único, Naturaleza y Objeto*; conforme a su Artículo 3º, fracción XI, inciso d: Se entiende por sector hidrocarburos o Sector las actividades de transporte, almacenamiento, distribución y expendio al público de gas licuado de petróleo, como lo será en el caso del *proyecto* que se promueve.

A través del presente ERA, se han determinado los tipos de contingencia que se podrían suscitar dentro de la *instalación*, las cuales son:

- Fugas, que son las emanaciones o derrames no controlados de GLP, ya sea que éste se encuentre en fase líquida o de vapor, siendo el efecto más nocivo de dicha emanación un incendio.
- Incendios, estos se consideran como fugas no controladas y que resultan de la combustión gradual del GLP.
- Explosiones, básicamente es una reacción de combustión de la mezcla gaseosa aire – GLP que se propaga a gran velocidad.

Lo anterior se confirma con base en las propiedades físicas y químicas del GLP, puesto que para el mismo su estado bajo presión y temperatura ambiente es líquido, sin embargo al ocurrir una fuga y debido a la perdida de presión, éste se vaporiza rápidamente, siendo entonces que se forma una nube de vapor, la cual en condiciones ideales de homogeneidad, con aire a un porcentaje menor a 1.8 y con más de 9.3 no explotarían, incluso en presencia de una fuente de ignición, sin embargo, podría suceder que se acerquen a la zona explosiva

donde se desencadenaría la explosión, otro de las contingencias que podrían suscitarse y que se han contemplado dentro del ERA, así como la probabilidad de iniciarse un incendio por la fuga no controlada de GLP en forma líquida o incluso en vapores.

Otro punto a destacar es el almacenamiento que se lleva a cabo en la *instalación,* el cual es temporal, puesto que la actividad principal de la empresa es la comercialización del GLP; pero en el caso de los recipientes de almacenamiento un riesgo es el efecto que tendría el fuego sobre éstos, incrementando la presión en el interior de manera extraordinaria, lo que a su vez resultaría en un estallido, por lo que la consecuencia de mayor dimensionamiento sería la *BLEVE* (***Boiling Liquid Expansion Vapor Explosion)***, es decir, explosión por expansión del vapor de un líquido en ebullición.

Derivado de los resultados de la metodología y su aplicación, se concluye que los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse – *esto debido a la frecuencia con la que se realizan algunas acciones* – se presentan en las zonas de trasiego de GLP. (recepción, suministro y llenado de recipientes transportables), en donde se podrían presentar escapes accidentales de determinada masa de GLP. emitidas a la atmósfera, la mayoría de estas **emisiones son instantáneas de corta duración**, únicamente en el área de suministro se presenta una **emisión de chorro horizontal** y que conllevan a la formación de una nube inflamable, la cual, tras mezclarse con el aire y encontrar una fuente de ignición dentro de sus límites de inflamabilidad a cierta distancia del origen de la fuga origina una ignición retardada que provocara una llamarada o flash fire y eventualmente una explosión de una de vapor no confinada con efectos mecánicos (sobrepresión). Los radios de afectación resultantes de las ondas de sobrepresión causadas por la explosión de NVNC de los eventos 1, 2, 4, 5, 7 y 8, no rebasan los 260 metros, en donde se tienen terrenos con actividades de comercio.

Además de la emisión de chorro horizontal, se prevé que debido a la continuidad en el funcionamiento de la bomba durante un tiempo de medio minuto cuando se está suministrando GLP a auto tanques y ante una ignición en el punto de fuga se daría origen a la formación de un dardo de fuego (jet fire), el cual emite radiación térmica de forma radial con una duración equivalente a la obturación de la fuga. Sin embargo, es importante mencionar que en este caso, mientras la dispersión e incendio de la nube inflamable (flash fire) quedan inmersos dentro del predio, el radio de afectación por la radiación térmica generada durante el dardo de fuego (jet fire) queda dentro del terreno de la empresa, sin embargo las ondas de sobrepresión por explosión de una nube de vapor no confinada, si sobresalen de los límites del predio.

Del análisis se presentan otros eventos donde no se involucran propiamente las operaciones de trasiego de GLP, estos eventos se presentan en recipientes de almacenamiento y transporte de GLP (tanques de almacenamiento y semirremolque, respectivamente) del análisis se presentan las posibles consecuencias que se derivan del desfogue de una de las válvulas de seguridad de dichos recipientes, éstas son las ondas de sobrepresión en caso de una ignición retardada y la radiación térmica en caso de formación de un dardo de fuego por la ignición inmediata de la fuga.

En caso de ocurrir la explosión de una nube de vapor no confinada por el desfogue de una de las válvulas de desfogue ya sea, el tanque de almacenamiento o del semirremolque, las ondas de sobrepresión afectaría únicamente instalaciones de la planta de distribución de gas l.p., la carretera México – Tuxpan y algunas corrientes. Los efectos por la radiación

térmica generada por el dardo de fuego quedarían inmersos en terreno propiedad de la misma empresa.

Se conoce que entre los efectos de una explosión de tipo BLEVE están las ondas de sobrepresión, la radiación térmica y los proyectiles provenientes de la fragmentación del recipiente. Dichos efectos de daño directo son causas de propagación favoreciendo la aparición de otras eventualidades denominadas secundarias o efecto dominó, que pueden aparecer de manera serial o paralela, teniendo como consecuencia algún daño en una unidad de proceso o recipiente de alguna sustancia química peligrosa.

De acuerdo a lo anterior, los eventos que se consideran que tienen potencial para generar la escalación a un evento de mayores proporciones son la BLEVE de un semirremolque y la BLEVE del recipiente de almacenamiento temporal de Gas L.P. de mayor capacidad, en caso de que alguno de estos eventos ocurra se considera que debido a la cercanía de los otros recipientes, se generaría un efecto dominó lo cual implica las explosiones del tipo BLEVE del tanque de almacenamiento de Gas L.P. restante.

Los radios totales de afectación correspondientes a la radiación térmica producida por la bola de fuego de la BLEVE del tanque de almacenamiento son los siguientes:

- Radio de la zona de alto riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m^2: 231.94 m – 481.59 m
- Radio de la zona de alto riesgo 5.0 kW/m^2: 783.84 m.
- Radio de la zona de amortiguamiento 1.4 kW/m^2: 1,472.50 m.

Es de suma importancia resaltar que en caso de ocurrencia de la BLEVE del tanque de mayor capacidad (250,000 litros), el daño más críticos y representativos por radiación térmica sobre las personas se tendría en la zona 4 dentro de un radio de 241.48 m, en donde se encuentran las propias instalaciones de la planta. En esta zona se tendría un nivel de letalidad del 50 % y las personas que se encuentren expuestas sufrirían quemaduras de 3er grado. En la zona 3 con un radio de 485.25m y en el a zona 2 con un radio de 645.48 m no se encuentran instalaciones que puedan ser afectadas por radiación térmica. Por otra parte, en la zona uno con un radio de 978.28 m se encuentra dos edificaciones particulares donde las personas llegarían a sentir dolor por un breve lapso de tiempo.

Las ondas de sobrepresión se mueven radialmente desde el punto de la explosión. La interacción de dichas onda con otros elementos (equipos de proceso y/o recipientes) depende del diseño del equipo (resistencia) y la distancia del punto de origen la explosión. Cabe destacar que al ocurrir una explosión, el **efecto de la onda de sobrepresión va disminuyendo conforme aumenta la distancia,** por lo que el impacto que un equipo o estructura puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen de la explosión y el apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren. Esto se debe a que la energía contenida en la onda por la cual se transporta la sobrepresión, se transfiere como perdidas de calor hacia el exterior, por lo cual se puede afirmar que la magnitud de la onda de sobrepresión y la distancia guardan una relación inversamente proporcional.

Las instalaciones de la propia empresa y la carretera serían las únicas afectadas por las ondas de sobrepresión por expansión de líquido contenido en el tanque de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros. La carretera recibiría una sobrepresión de 0.5 psig lo que ocasionaría daño estructural menor.

Es importante señalar que como vectores de escalación de eventos se consideran la sobrepresión y la proyección de fragmentos, debido a la corta duración de la bola de fuego lo cual limita la posibilidad de que ésta llegue a generar daños estructurales en equipos de proceso o instalaciones. Considerando lo anterior para el presente análisis se considera que un fragmento de la BLEVE del semirremolque impacta con un tanque de almacenamiento, iniciando una escalación en cadena con los otros dos tanques de la planta.

Por lo tanto, debido a que en los alrededores de la planta de distribución de gas l.p. no se encuentran instalaciones con las que se puede generar una interacción únicamente se considera el efecto dómino antes mencionado, el cual consiste en la BLEVE del semirremolque y de ambos tanques de almacenamiento.

Asimismo, es importante mencionar que los eventos propuestos en el ERA están sobreestimados y su probabilidad de ocurrencia es remota, sin embargo no dejan de representar un riesgo para la planta, sus colaboradores y el entorno a esta; por ello la necesidad de realizar su evaluación.

Cabe destacar que la ubicación del proyecto no se contrapone a los usos de suelo permitidos, de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) Municipio de Tihuatlán, Estado de Veracruz, se tiene una política ambiental de Restauración y Aprovechamiento sustentable, lo cual es compatible y permite el uso para planta de distribución de gas l.p.

En relación al requerimiento que exige la NOM-001-SESH-2014 en su numeral 4.2.1.26 referente a la distancia mínima externa equivalente a 100 m de la tangente del recipiente de almacenamiento respecto a casas habitación, escuelas, hospitales, centros de reunión, la planta cumple en su totalidad con esta exigencia.

En cuanto a las características ambientales del lugar, la planta de distribución de gas l.p., se localiza sobre uso de suelo de *agricultura de temporal*, encontrándose las especies vegetales y animales que se enlistan en la Tabla 2.9 y Tabla 2.10, respectivamente en el capítulo 2 del presente Estudio de Riesgo Ambiental. Estas especies podrían resultar afectadas en caso de llevarse a cabo algún evento de riesgo.

También es importante mencionar que el área donde se ubica la planta de distribución no se ubica ni cerca ni dentro de un Área Natural Protegida de competencia estatal o federal. Sin embargo, es importante mencionar que cerca de las instalaciones se encuentran diversas corrientes de agua tipo intermitente, presentándose únicamente en temporadas de lluvias. Esta corriente de agua seria afectada por las ondas de sobrepresión y radiación térmica en caso de ocurrir un evento indeseado en la planta de almacenamiento.

Dentro del sistema ambiental no hay localidades que se puedan verse afectadas por eventos de riesgo que ocurran en la planta, la afectación se limitaría al personal que labora en la planta y a dos edificaciones particulares.

Resulta entonces importante la prevención como medida de seguridad, ya sea para eliminar o minimizar el riesgo latente, así como poder responder con rapidez en el momento oportuno con las acciones pertinentes al evento presentado. Ya que el riesgo latente del GLP es inherente a la característica de inflamabilidad de éste, y no precisamente por su toxicidad, así también el riesgo de la sustancia está en función de la cantidad que se maneje en la

planta; aunque no son los únicos factores determinantes en la evaluación de los riesgos a los cuales está sometida la planta.

Prácticamente todos los riesgos son susceptibles de reducirse y/o minimizarse, y en el caso del GLP no es la excepción; con base en este planteamiento se puede concluir que la atención que se preste a los detalles, por más insignificantes que estos parezcan será definitivo y el impacto en la seguridad podrá verse favorecido o de lo contrario comprometerse la integridad de las personas, los bienes y el medio ambiente.

Resulta fundamental para ***Gas Lucon, S.A. de C.V.***, en materia de prevención de riesgos su prioridad será precisamente la seguridad e higiene en cada una de las áreas de la planta, tanto operativa como administrativa, ya que resulta medular mantener y elevar los niveles de seguridad al máximo.

Por esta razón, como mínimo, deberá apegarse en todo momento a los lineamientos de la **NOM-001-SESH-2014** o la que la sustituya **y apegarse a las recomendaciones particulares expuestas en el presente estudio.**

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

La planta de distribución de gas l.p. ubicada en el km. 226+500 de la Carretera México-Tuxpan, Municipio de Tihuatlán, Estado de Veracruz.

Antes de iniciar operaciones se contaba con el oficio no. 786 con número de expediente 39 donde El H. Ayuntamiento Constitucional Tihuatlán, Veracruz C.P. 92900, el 02 de Marzo de 1998 exenta el pago correspondiente al uso de suelo, ya que la empresa propiciaría fuentes de empleo lo que repercutirá directamente en beneficio de la clase trabajadora del municipio.

Asimismo se realizó el respectivo ingreso el 03 de abril de 1998 ante el Instituto Nacional de Ecología la Manifestación de Impacto Ambiental (Modalidad General), Estudio de Riesgo (Modalidad Análisis de Riesgo) y plan de Contingencias, pero no se obtuvo resolución de estos trámites.

También se contaba con la Autorización para Planta de Almacenamiento y Suministro de Gas No. **VER-057-PLP** emitida por la Secretaría de Energía el 15 de junio de 1998 para posteriormente solicitar el canje a Permiso de Distribución mediante Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P. el cual se les concedió mediante el permiso **AD-VER-044-C/00** el día 7 de enero de 2000 por la Secretaría de Energía dicho permiso se otorgó para una capacidad de 500,000 litros al 100 % distribuidos en dos recipientes

La empresa inició operaciones bajo la razón social Gas Lucon, S.A. de C.V. en el año de 2003, de acuerdo al oficio **513.-DOS-F-0014/03** emitido por la Dirección General de Gas L.P., Dirección de operación y supervisión de la Secretaría de Energía el 10 de enero de 2003. En el mencionado permiso se hace referencia que el proyecto cumplía con lo establecido con la Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEDG-1996** Plantas de Almacenamiento para Gas L.P. – Diseño y Construcción, publicada el 12 de septiembre de 1997 en el Diario Oficial de la Federación, mediante el dictamen otorgado por la UVSELP013-A Ing. Rubén Ruíz Ruíz.

Tiempo después la empresa obtuvo la actualización del Título de permiso de distribución de gas licuado de petróleo mediante planta de distribución **AD-VER-044-C/00**, el cual fue emitido por la Comisión Reguladora de Energía el 17 de Marzo de 2016 con el **NÚM.LP/14339/DIST/PLA/2016.**

Para demostrar que las instalaciones de la planta de distribución de Gas L.P. son adecuadas para su operación, se menciona lo siguiente:

De conformidad con la NOM-001-SESH-2014 “Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación” se cuenta con el dictamen número **013/007-P/2018** emitido el 16 de Mayo del 2018 por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. Reg. UVSELP 013-C Ing. Rubén Ruiz Ruiz

De conformidad con la NOM-001-SEDE-2012 “Instalaciones eléctricas (utilización)” se cuenta con el dictamen número UVSEIE 297-A-021-18 emitido el 19 de Abril de 2018 por la Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas No. de registro UVSEIE 297-A Ing. Jesús Ramos de la Rosa.

De conformidad con la NOM-013-SEDG-2002 “Evaluación de espesores mediante medición

ultrasónica, usando el método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener gas l.p., en uso" se cuenta con el dictamen No. EUT-013-065/2017 emitido el 27 de octubre de 2017 y el dictamen No. EUT-013-066/2017 emitido el 28 de octubre de 2017, ambos fueron otorgados por Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. UVSELP 160-C Ing Miguel Ángel Viazcan.

La única sustancia que se maneja en la planta de almacenamiento es el Gas L.P. conformado éste por una mezcla en donde el componente mayoritario es el propano (60% propano – 40% butano). La capacidad de almacenamiento se encuentra distribuida en dos tanques de almacenamiento del tipo intemperie-cilíndrico horizontal, especiales para contener Gas L.P. el tanque I con capacidad de 250,000 litros y el tanque II con una capacidad de 200,000 litros al 100 % agua cada uno, equivalente a **266,319 kilogramos.** Conforme se estipula en el ***Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas***, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 04 de mayo de 1992, la cantidad de reporte para el Gas L.P. es a partir de 50,000 kg. Por lo tanto la cantidad almacenada en la planta propiedad de **Gas Lucon, S.A. de C.V.** excede la cantidad de reporte.

Por lo tanto, dando cumplimiento a lo estipulado en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, la empresa presenta la Manifestación de Impacto Ambiental y el Estudio de Riesgo modalidad Análisis de Riesgo; con base en lo establecido en el artículo 5 fracción XVIII; y al Artículo 7 fracción I de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, así como en términos de los Artículos 5, fracción X, 28, 30 primer y segundo párrafo en materia de Impacto Ambiental de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

La operación de la planta de distribución de GLP, es relativamente simple, ya que en ella no se lleva a cabo ningún proceso de transformación de materiales, ni se lleva a cabo ninguna reacción química, aunque sí cambio de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura. El GLP solo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento y trasiego a recipientes transportables, pipas para el suministro a los usuarios.

Para dicha actividad cuenta con las siguientes áreas donde se maneja dicho combustible:

1. Recepción de semirremolques.
2. Área de almacenamiento temporal.
3. Suministro de auto – tanques
4. Muelle de llenado de recipientes transportables.

Para la identificación de los riesgos inherentes de la operación de la planta, se consideraron aspectos tales como:

- Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de instalaciones o procesos similares.
- Características fisicoquímicas del material almacenado
- Cantidad y condiciones de operación del material almacenado.
- Memoria técnica descriptiva de la planta de distribución de Gas L.P. y los planos de la ingeniería de detalle.

Por otra parte, y para la selección de los escenarios de riesgo, se consideraron, además de los aspectos citados anteriormente, los siguientes Elementos de Accidentes de Proceso:

- Procedimientos operativos.
- Riesgos de Proceso (material inflamable, altas presiones, corrosión).
- Desviaciones de Proceso (presión, temperatura).
- Fallas diversas (tuberías, tanques, válvulas, instrumentos, sensores, servicios auxiliares).
- Falla de los Sistemas de Administración (personal inadecuado, capacitación insuficiente).
- Errores Humanos (prueba, inspección, operación, mantenimiento).
- Eventos Externos (sabotaje).
- Factores de Propagación (falla de los sistemas de seguridad, fuentes de ignición, errores humanos).
- Factores de Reducción del Riesgo (sistema contra-incendio, sistemas de detección, sistema de alarmas, sistema de Paro de Emergencia, capacitación de personal).

Con todos estos elementos, y con apoyo de las jerarquización correspondiente a través del Método semicuantitativo (Qué pasa sí...? Matricial) y su posterior estimación de frecuencia de falla a través de un Análisis de Árbol de Fallas se definen los eventos que pudieran presentarse durante la operación de la Planta de Distribución de gas L.P. los cuales son:

- Fuga, dispersión, incendio y explosión en el área de recepción de Gas L.P.
- Fuga, dispersión, incendio y explosión en el área de suministro de Gas L.P.
- Fuga, dispersión, incendio y explosión en el área de llenado de recipientes transportables.
- BLEVE en el área de tanque de almacenamiento de Gas L.P.

De acuerdo con los resultados del ERA, se concluye que los escenarios con mayor probabilidad de suscitarse - *esto debido a la frecuencia con la que se realizan algunas acciones* – se presentan en las zonas de trasiego de GLP (recepción, suministro y llenado de recipientes transportables).

Asimismo la *BLEVE* se determinó como el evento catastrófico de mayor dimensión o alcance pero prácticamente improbable y a su vez como aquel que tiene potencial para generar la escalación a un evento de mayores proporciones (efecto domino) la BLEVE de ambos tanques. Por seguridad los tanques de almacenamiento se encuentran al 80% de su capacidad total.

En este caso se establece que la BLEVE del recipiente de 250,000 litros es la que posee mayores alcances, una vez que esta involucra la liberación masiva del recipiente de mayor capacidad de gas l.p. Cabe señalar que en la propuesta de los eventos a evaluar en el presente estudio, la BLEVE de este recipiente es el resultado de la escalación de la BLEVE de un semirremolque con dicho tanque. Y siguiendo con este supuesto se considera la BLEVE del otro recipiente con capacidad de 200,000 litros.

Por lo tanto, para determinar las zonas de alto riesgo por daño a equipos, alto riesgo y amortiguamiento se consideraron los radios obtenidos a través de la evaluación de los eventos propuestos, principalmente tomando en cuenta el Efecto Dominó, el cual se refiere a la BLEVE de los dos tanques de almacenamiento, uno con capacidad de 250,000 litros de agua y otro tanque con capacidad de 200,000 litros de agua al 100% cada uno, estos radios

fueron valorados a través del Simulador ***SCRI – Fuego***, considerando los parámetros establecidos en la presente guía del ERA.

Por lo tanto se ha incluido los efectos por sobrepresión (explosividad) y radiación térmica (inflamabilidad), siendo dichos resultados los siguientes:

RESUMEN DEL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS
Para la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de "Gas Lucon, S.A. DE C.V." Planta Tihuatlán, Veracruz

DAÑOS OCASIONADOS POR LA EXPLOSIÓN DE UNA NUBE DE VAPOR NO CONFINADA DE GLP (ONDAS DE SOBREPRESIÓN)

I. Explosión de una nube no confinada por la masa de GLP emitida a la atmósfera durante las operaciones de trasiego.

EVENTO	ÁREA	*ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN*			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
1	Recepción.	8.28 m	16.90 m	38.58 m	65.58 m
4	Suministro.	21.31 m	43.49 m	99.28 m	168.75 m
7	Muelle de llenado.	2.08 m	4.25 m	9.69 m	16.47 m
8	Muelle de llenado.	11.98 m	24.45 m	55.80 m	94.86 m

II. Explosión de una nube no confinada formada por la masa de GLP emitida a la atmósfera originada por el desfogue de la válvula de seguridad del recipiente (Semirremolque y tanques de almacenamiento).

EVENTO	ÁREA	*ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN*			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
2	Recepción (semirremolque)	29.52 m	60.24 m	137.21 m	233.75 m
5	Almacenamiento.	32.82 m	66.98 m	152.90 m	259.90 m

Nota: La capacidad de desfogue de cada válvula de seguridad de los tanques de almacenamiento es de 307.0 m^3/min.

DAÑOS OCASIONADOS POR UN DARDO DE FUEGO

I. Resultados relacionados con los daños causados por la radiación térmica producida por un dardo de fuego (Jet Fire).

EVENTO	ÁREA	*ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN*			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		37.5 KW/m^2	12.5 KW/m^2	5 KW/m^2	1.4 KW/m^2
2	Recepción (semirremolque)	13.14 m	22.40 m	34.81 m	64.08 m
4	Suministro	11.15 m	18.92 m	29.35 m	54.00 m
5	Almacenamiento	25.28 m	26.07 m	40.52 m	74.61 m

DAÑOS OCASIONADOS POR LA BLEVE DE UN RECIPIENTE

I. Onda de sobrepresión (efecto radial) causada por la expansión del vapor y del líquido contenidos en un recipiente (semirremolque y tanque de almacenamiento).

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
2	Recepción (semirremolque)	18.25 m	37.25 m	85.03 m	144.54 m
6	Almacenamiento (T-I)	22.54 m	45.99 m	104.99 m	178.46 m
	Almacenamiento (T-II)	20.92 m	42.70 m	97.46 m	165.67 m

II. Daños causados por la radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial).

EVENTO	ÁREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de alto riesgo por daños a equipos		Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		37.5 KW/m^2	12.5 KW/m^2	5 KW/m^2	1.4 KW/m^2
2	Recepción (semirremolque)	172.82 m	333.23 m	534.24 m	997.09 m
6	Almacenamiento (T-I)	231.94 m	481.59 m	783.84 m	1472.50 m
	Almacenamiento (T-II)	216.55	448.76 m	730.14 m	1371.40 m

III. Características de la bola de fuego formada por la combustión de la masa vaporizada.

CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO	*EVENTO 3 RECEPCIÓN (SEMIRREMOLQUE)*	*EVENTO 6 ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GLP T-I*	*EVENTO 6 ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE GLP T-II*
Diámetro $\left[D_{max} = 5.8M^{1/3}\right]$	163.71 m	284.77 m	264.36 m
Altura $[H = 0.75D_{max}]$	122.79 m	213.58 m	198.27 m
Duración máxima de deflagración	12.7 s	18.2 s	17.6 s

DAÑOS OCASIONADOS POR EL INCENDIO DE UN NUBE DE VAPOR (LLAMARADA O FLASH FIRE)

I. Zonas de afectación o zona de dispersión de una nube de gas inflamable.

EVENTO	ÀREA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de fatalidad L.I.I. (100% letalidad)		Zona de quemado 0.5 L.I.I. (Graves daños a equipos)	
1	Recepción	**Distancia X=**	Desde 0 hasta 2.74 m	**Distancia X=**	Desde 0.00 hasta 6.19 m
		Y de exclusión=	2.73 m	**Y de exclusión=**	3.91 m
		Dist. Máx.=	3.05 m	**Dist. Máx.=**	6.19 m
4	Suministro (emisión chorro horizontal)	**Distancia X=**	Desde 1.48 hasta 24.70 m	**Distancia X=**	Desde 1.37 hasta 40.26 m
		Y de exclusión=	7.13 m	**Y de exclusión=**	11.24 m
		Dist. Máx.=	24.70 m	**Dist. Máx.=**	40.26 m
	Suministro (emisión instantánea)	**Distancia X=**	Desde 0.00 hasta 3.16 m	**Distancia X=**	Desde 0.00 hasta 6.95 m
		Y de exclusión=	3.07 m	**Y de exclusión=**	4.32 m
		Dist. Máx.=	3.45 m	**Dist. Máx.=**	6.95 m
8	Muelle de llenado	**Distancia X=**	Desde 0.00 hasta 5.71 m	**Distancia X=**	Desde 0.00 hasta 11.53 m
		Y de exclusión=	5.05 m	**Y de exclusión=**	6.69 m
		Dist. Máx.=	5.80 m	**Dist. Máx.=**	11.53 m

En el cálculo de los efectos derivados de la inflamación de una nube de gas, se establece que sólo se puede producir la ignición de la masa de gas en la zona comprendida entre los límites superior e inferior de inflamabilidad de la sustancia en cuestión. Dado que en la mayoría de los escenarios se ven involucradas mezclas de sustancias inflamables, para la determinación de los límites de inflamabilidad se ha usado un valor medio ponderado (50 % del límite inferior de inflamabilidad, zona donde aún es posible que ocurra la llamarada). Esta zona está definida como la **zona de quemado** y se define como la mitad del L.I.I. hasta el punto de emisión.

Generalmente se asume que **la zona limitada por el límite inferior de inflamabilidad producirá una letalidad del 100%,** fuera de esta zona los efectos debidos a la radiación son inapreciables. Esto se debe a que la exposición a la radiación causada por la ignición de la nube de gas inflamable es prácticamente instantánea.

En este sentido, no se consideran zonas de intervención ni de alerta para este tipo de fenómenos.

Cabe subrayar que la definición y justificación de las zonas de seguridad en torno a la instalación se sustenta en los criterios establecidos por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas, los cuales se indican en los puntos VI.3 y VI.4 de la presente guía. Asimismo, es importante señalar el daño probable o esperado a estos niveles definidos, es decir:

Zona	Intensidad	Daño probable o esperado	Sobrepresión	Daño probable o esperado
ZAR por daño a equipos	37.5 kW/m^2	100% de mortalidad en 1 minuto de exposición	10.0 lb/plg^2	Posible destrucción total de edificios.
	12.5 kW/m^2	Zona de intervención: Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 seg.	3.0 lb/plg^2	Edificios con estructura de aceros distorsionados y arrancados de sus cimientos.
ZAR	5 kW/m^2	No existe letalidad. Probables quemaduras de segundo grado. Dolor después de una exposición de 20 segundos.	1.0 lb/plg^2	Demolición parcial de casas, quedan inhabitables.
ZA	1.4 kW/m^2	No se presentan molestias con exposición por tiempo indefinido a este nivel.	0.5 lb/plg^2	Daño parcial en muros no reforzados, las personas que estén de pie o caminando pueden caer por la onda de sobrepresión.

Por lo que es de vital importancia que el depósito que contiene gas licuado a presión debe ser sometido a un riguroso control periódico de espesores y grado de corrosión tanto interior como exterior, también, las medidas de control deben extremarse en las soldaduras por la posible existencia de defectos y por ser éstos los puntos más vulnerables.

Asimismo, es necesario prever los posibles impactos mecánicos sobre las superficies de los recipientes ya que una perforación de los mismos ocasionaría una bajada brusca de presión que, junto con unas condiciones térmicas adversas, podría originar la BLEVE. Por lo que los recipientes deben situarse de tal forma que su eje longitudinal no apunte, ni a otros depósitos, ni a zonas con riesgos de incidencia.

Finalmente se hace evidente que aun cuando el almacenamiento de sustancias químicas peligrosas se realiza acorde a la normatividad en la materia, los accidentes se han hecho presentes, cualquier empresa está sujeta a riesgos no controlados, lo que potencializa el peligro de su integridad o existencia.

Sin embargo para el caso particular de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de ***Gas Lucon, S.A. de C.V.***, las estrategias de seguridad minimizan los riesgos, no los anulan porque siempre existe la posibilidad de que pueda ocurrir una contingencia. Lo relevante en este caso particular es la prevención para la seguridad, y no negar o eliminar toda posibilidad de riesgo, por el contrario se tiene la actitud para responder con rapidez y en el momento que sea necesario, siempre conscientes de llevar a cabo las acciones adecuadas conforme la situación que pudiera llegar a suscitarse.

IV.3 INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO

Sustancias involucradas

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)*	No. CAS**	Densidad (g/cm_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 de Petróleo Mezcla de Propano y Butano	68476-85-7	0.59182	N/A	N/A	N/A	7	N/A	N/A

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

Antecedentes de Accidentes e Incidentes.

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
1994	San Juan Ixhuatepec, Edo. de México	Terminal de PEMEX	Gas L.P.	Cadena de explosiones BLEVE ocurridas en una de las plantas de almacenamiento y distribución de Petróleos Mexicanos (Pemex)	Rotura de una tubería de 20 cm de diámetro que transportaba Gas LP, el sobrellenado de uno de los depósitos y sobrepresión en la línea de transporte de retorno, fueron algunos de los probables factores que, con la falta de funcionamiento de las válvulas de alivio del depósito de sobrellenado, provocó una fuga de gas durante casi diez minutos.	Muerte de entre 500 y 600 personas, enterradas en fosas comunales y un aproximado de 2.000 heridos, gran parte de los cuerpos estaban carbonizados, muchos de los fallecidos murieron envenenados por el gas propano.	A partir del incidente, PEMEX no almacena gran parte del gas LP así como otros combustibles en aquella zona; para las empresas gaseras de la zona, se implantaron estrictas medidas de seguridad que evitaran al máximo el riesgo de repetir una tragedia, el uso de "Matachispas" en los camiones de distribución del combustible es un claro ejemplo. La zona cercana comenzó a implantar programas de evacuación y prevención de desastres para poder minimizar o evitar las pérdidas humanas que pudiesen provocar una nueva explosión. Se establecieron nuevas colonias como Valle de Anáhuac, así como varios parques públicos y la continuación de Periférico Norte.

Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.

No. de Falla	No. de Evento	Falla	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
1	a)	Desprendimiento de la manguera	X		X		Manguera	What if…?	Atmósfera, Suelo Flora y fauna: consultar Tabla 2.9 y 2.10 en el Capítulo II* Zonas vulnerables: Infraestructura de la planta.
	b)		X			X			
2	a)	Falla en la válvula de seguridad del semirremolque	X			X	Semirremolque	What if…?	Atmósfera, Suelo Flora y fauna: consultar Tabla 2.9 y 2.10 en el Capítulo II* Zonas vulnerables: Carretera México-Tuxpan, corrientes de agua intermitentes.
	b)	Que el desfogue encuentre una fuente de ignición cercana.	X		X				
3	a)	Falla en la válvula de seguridad del semirremolque				X			Atmósfera, Suelo Flora y fauna: consultar Tabla 2.9 y 2.10 en el Capítulo II.* Zonas vulnerables: Carretera México-Tuxpan, corrientes de agua intermitentes.
	b)				X				

* Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010

No. de Falla	No. de Evento	Falla	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
4	a)	Ruptura de la válvula de globo en la toma de suministro	X		X		Tubería y conexiones	What if…?	Atmósfera Suelo Flora y fauna: consultar Tabla 2.9 y 2.10 en el Capítulo II* Zonas vulnerables: Infraestructura de la planta, carretera México-Tuxpan, corrientes de agua intermitentes
	b)		X		X				
	c)		X			X			
	d)		X		X				
5	a)	Falla en la válvula de desfogue en el T-I.	X			X	Tanque de almacenamiento I, II y III	What if…?	Atmósfera Suelo Flora y fauna: consultar Tabla 2.9 y 2.10 en el Capítulo II* Zonas vulnerables: Infraestructura de la planta, carretera México-Tuxpan, corrientes de agua intermitentes
	b)		X		X				

* Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010

No. de Falla	No. de Evento	Falla	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
6	a)	Explosión del tanque de almacenamiento por la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente de 250,000 litros y este se rompe.				X	Tanque de almacenamiento (I)	What if…?	Atmósfera Suelo Flora y fauna: consultar Tabla 2.9 y 2.10 en el Capítulo II* Zonas Vulnerables: Carretera México-Tuxpan, edificación particular 1, edificación particular 2, corrientes de agua intermitentes
	b)	Combustión del contenido total del tanque de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad de 250,000 litros			X				
	c)	Explosión de uno de los tanques de almacenamiento por la expansión del vapor contenido en el recipiente en el momento en que la presión supera la resistencia del recipiente de 200,000 litros y este se rompe.				X	Tanque de almacenamiento (II)		
	d)	Combustión del contenido total de uno de los tanques de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad de 200,000 litros			X				

* Las especies enlistadas en las tablas no se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010

No. de Falla	No. de Evento	Falla	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
7	a)	Mal acoplamiento de la punta Pol al cilindro transportable.	**X**			**X**	Recipientes Transportables	What if…?	Atmósfera Suelo Fauna consultar Tabla 2.10 en el capítulo II* Zonas vulnerables: Infraestructura interna de la planta de almacenamiento.
8	a)	Desfondamiento del cilindro transportable.	**X**		**X**		Recipientes transportables	What if…?	Atmósfera. Suelo. Flora y fauna: consultar Tabla 2.9 y 2.10 en el capítulo II* Zonas vulnerables: Infraestructura de la planta.
	b)		**X**			**X**			

Estimación de consecuencias

No de Falla	No de Evento	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Efectos Potenciales					Programas de simulación empleado	Zona de Alto Riesgo Por Daño a Equipos		Zona de Alto Riesgo	Zona de Amortiguamiento
													Distancia (m)		Distancia (m)	Distancia (m)
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N					
1	a)	X		9.41	kg	Líquido/vapor					X	SCRI-FUEGO			X=0.00 m a 6.19 m Y ex= 3.91 m Dist. Máx= 6.19 m	X=0.00 m a 2.74 m Y ex= 2.73 m Dist. Máx= 3.05 m
	b)					Líquido/vapor					X		8.28	16.9	38.58	65.58
2	a)		X	448.93	kg	Vapor				X		SCRI-FUEGO	29.52	60.24	137.51	233.75
	b)			7.48	kg/s						X		13.14	22.4	34.78	64.08
3	a)	X		104.44	kg*	Líquido/vapor			X			SCRI-FUEGO	18.25	37.25	85.03	144.08
	b)			22489.16	kg	Líquido/vapor		X					172.82	333.23	534.24	997.09
4	a)	X		12.09	kg	Líquido/vapor					X	SCRI-FUEGO			X=0.00 m a 6.95 m Y ex= 4.32 m Dist. Máx=6.95 m	X=0.00 m a 3.16 m Y ex= 3.07 m Dist. Máx=3.45 m
	b)		X	5.2277	kg/s	Líquido/vapor					X				X=1.37 m a 40.26 m Y ex= 11.24 m Dist. Máx=40.26 m	X=1.48 m a 24.70 m Y ex= 7.13 m Dist. Máx=24.70 m
	c)	X		168.92	kg	Líquido/vapor				X			21.31	43.49	99.28	168.7
	d)		X	5.23	kg/s	Líquido/vapor					X		11.15	18.92	29.35	54.0
5	a)		X	617.07	kg	Vapor				X		SCRI-FUEGO	32.82	66.98	152.9	259.9
	b)			10.28	kg/s					X			15.28	26.07	40.52	74.61
6	a)	X		196.56	kg*	Líquido/vapor			X			SCRI-FUEGO	22.54	45.99	104.99	178.46
		X		157.25		Líquido/vapor			X				20.92	42.7	97.46	165.67
	b)	X		118,364	kg	Líquido/vapor	X						231.94	481.59	783.84	1472.5
		X		94,691.20		Líquido/vapor	X						216.55	448.76	730.14	1371.4
7	a)	X		0.16	kg	Líquido/vapor					X	SCRI-FUEGO	2.08	4.25	9.69	16.47
8	a)	X		30	kg	Líquido/Vapor					X	SCRI-FUEGO			X=0.00 m a 11.53 m Y ex= 6.69 m Dist. Máx= 11.53 m	X=0.00 m a 5.71 m Y ex= 5.05 m Dist. Máx= 5.80 m
	b)									X			11.98	24.45	55.8	94.86

*Kg de TNT

Criterios utilizados

No. De Falla	No. De Evento	Toxicidad				Explosividad				Radiación Térmica				Otros criterios
		IDHL*	TLV8**	Velocidad del viento (m/s)	Estabilidad Atmosférica	10.0 lb/plg^2	3.0 lb/plg^2	1.0 lb/plg^2	0.5 lb/plg^2	37.5 kW/m^2	12.5 kW/m^2	5.0 kW/m^2	1.4 kW/m^2	
1	1	-	-	3.33	D	X	X	X	X					
2	2	-	-	3.33	D	X	X	X	X	X	X	X	X	
3	3	-	-	3.33	D	X	X	X	X	X	X	X	X	**L.S.I. 1.8%**
4	4	-	-	3.33	D	X	X	X	X	X	X	X	X	**L.I.I. 9.3%**
5	5	-	-	3.33	D	X	X	X	X	X	X	X	X	
6	6	-	-	3.33	D	X	X	X	X	X	X	X	X	
7	7	-	-	3.33	D	X	X	X	X					
8	8	-	-	3.33	D	X	X	X	X					

*IDLH: Inminentemente peligrosa para la vida y la salud
**TLV8: Valor Umbral Límite

No se consideraron efectos nocivos por toxicidad debido a que no se validan tales propiedades para el GLP, asimismo como señala **Petróleos Mexicanos** (PEMEX), éste es asfixiante simple y en altas concentraciones de más de 1000 ppm diluye el oxígeno disponible para respirar.

GAS LUCON, S.A. DE C.V.

KM 226+500 DE LA CARRETERA MÉXICO-TUXPAN, MUNICIPIO DE TIHUATLÁN, VERACRUZ.

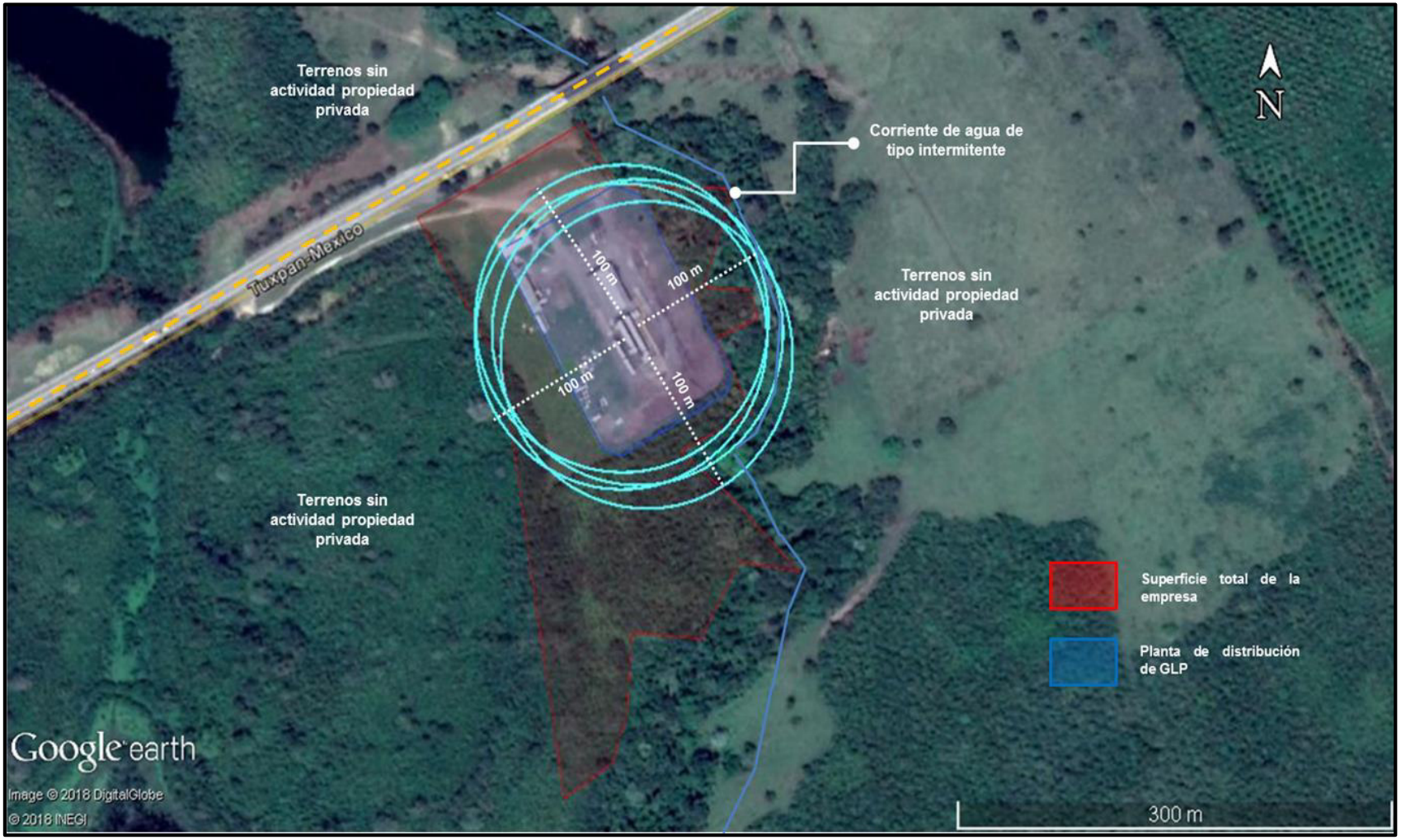
ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD ANÁLISIS DE RIESGO

Capítulo V
Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en el estudio de riesgo ambiental

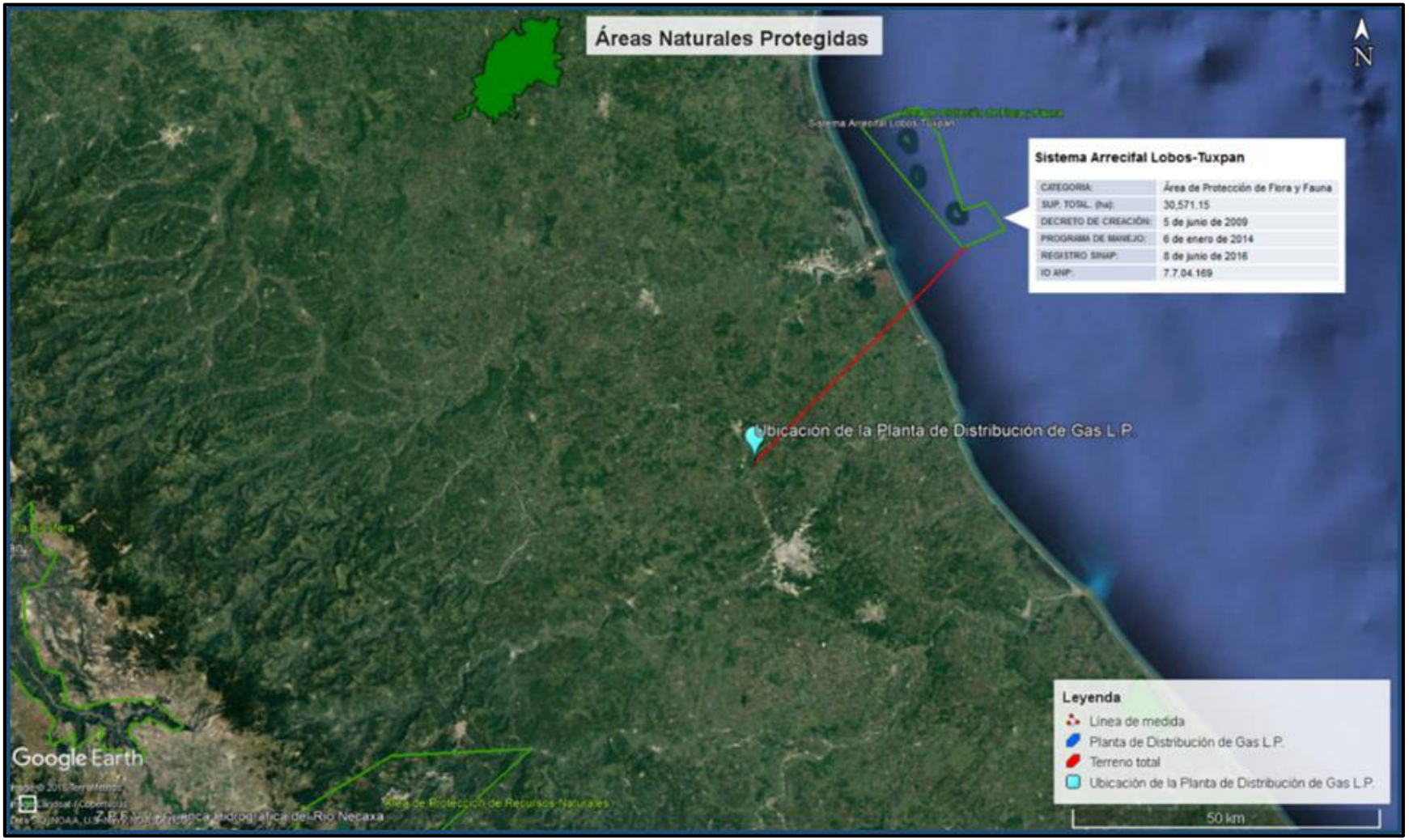
V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

V.1.1 Planos de localización

DELIMITACIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO



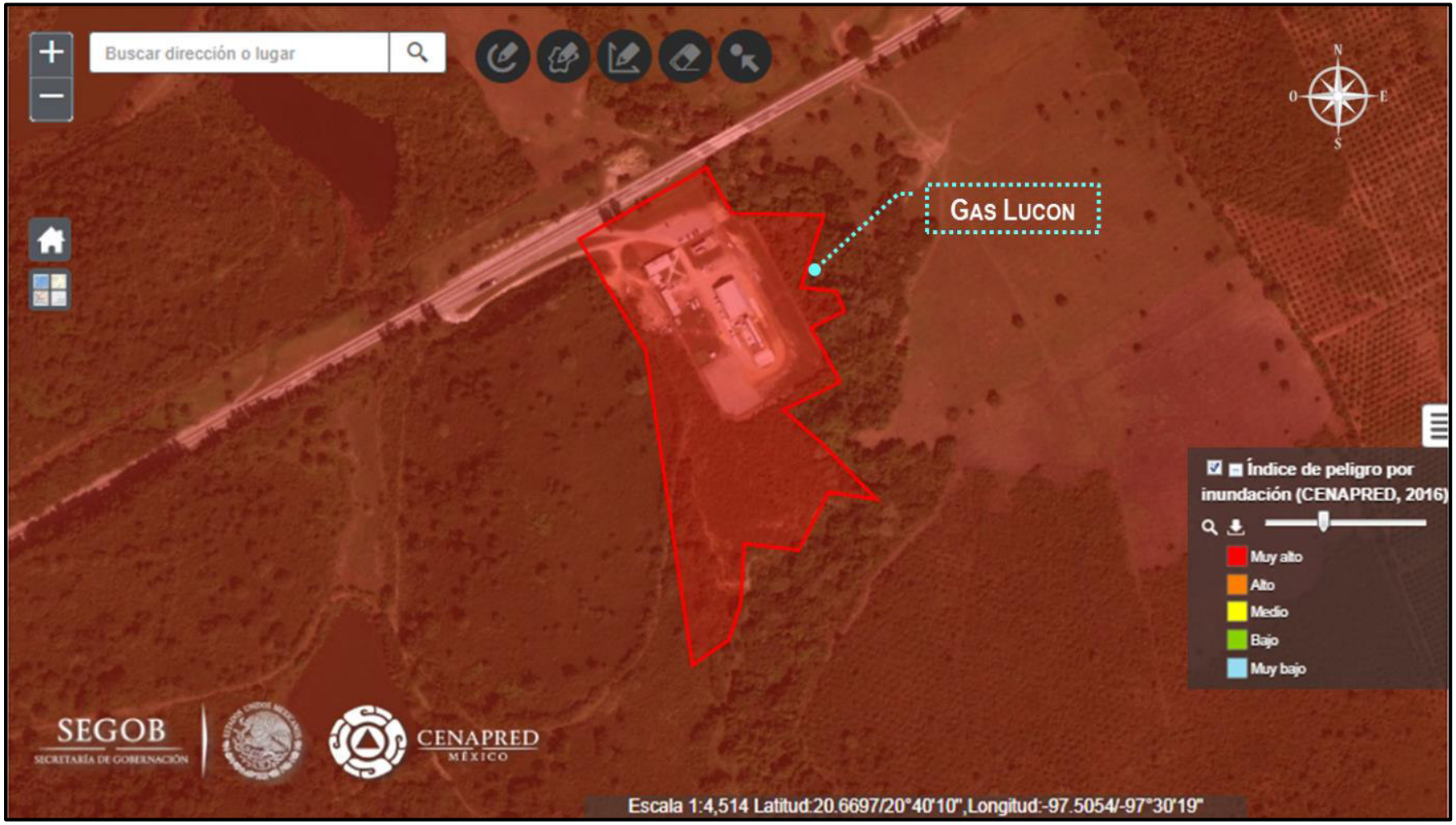
UBICACIÓN GEOGRÁFICA Y ÁREA NATURALES PROTEGIDAS DECRETADAS CERCA DEL MUNICIPIO DE TIHUATLÁN



VULNERABILIDAD DE SEQUIA EN LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

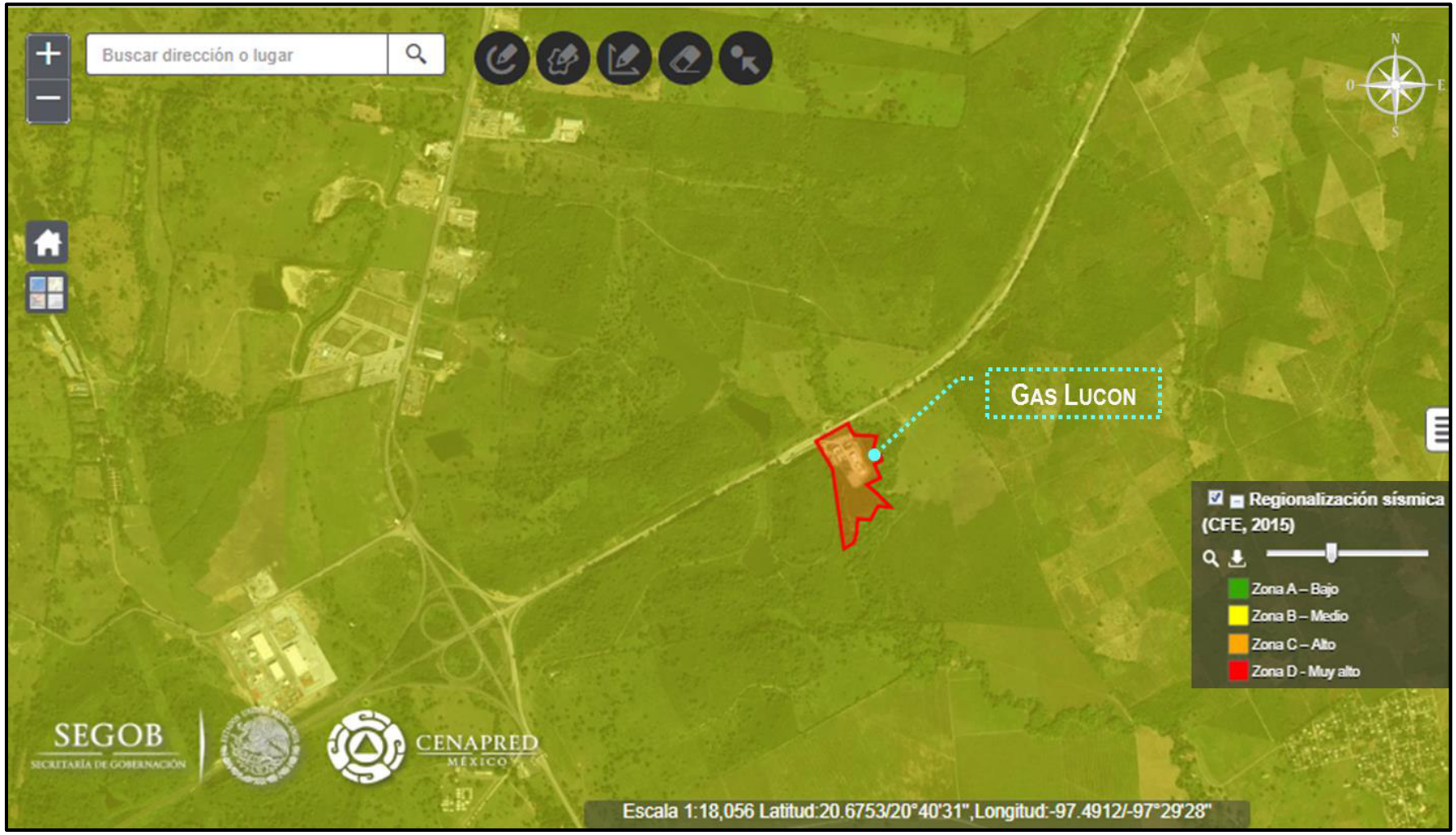
VULNERABILIDAD DE EVENTOS CICLÓNICOS EN LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

INDICE DE PELIGRO POR INUNDACIÓN EN LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

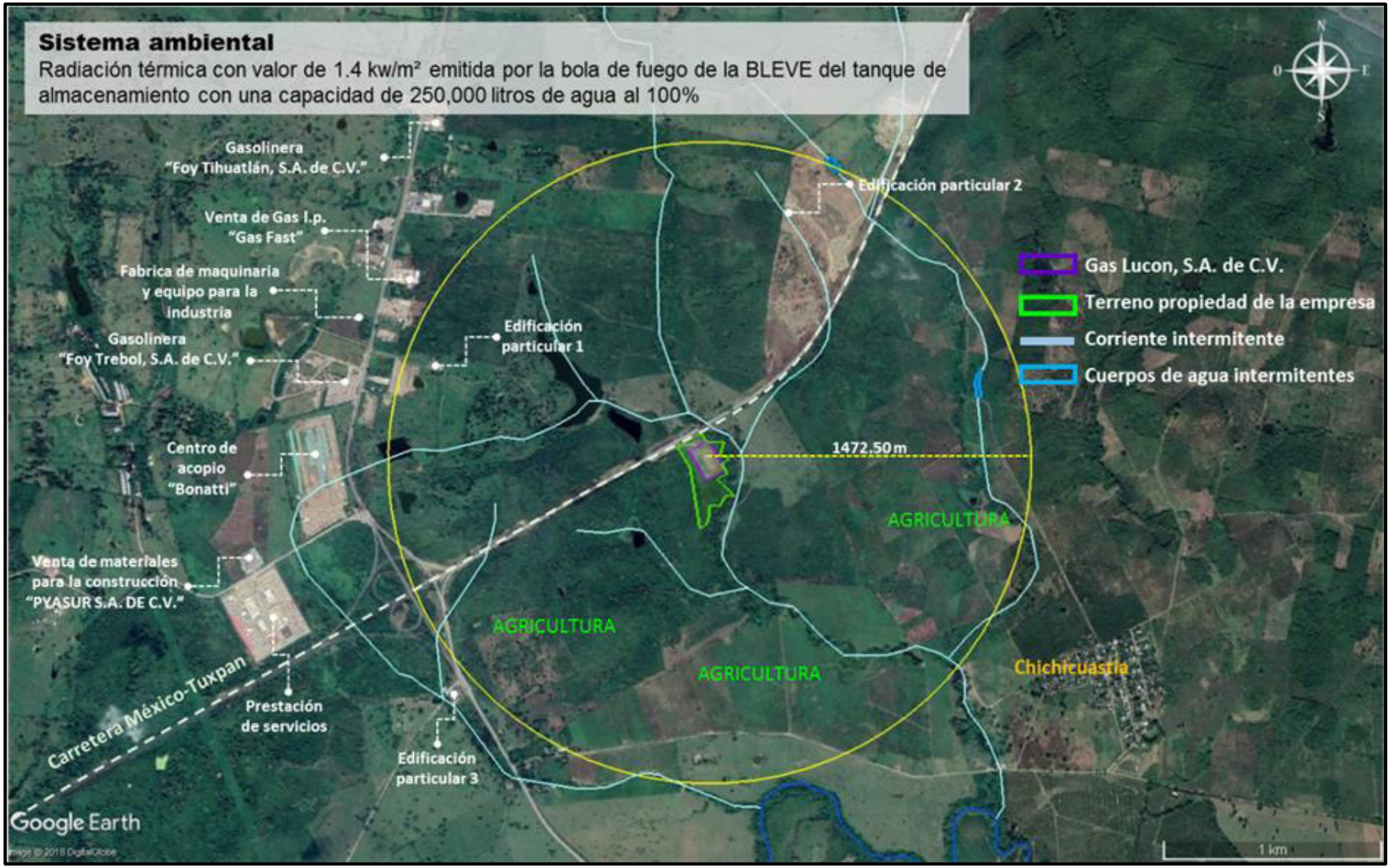


VULNERABILIDAD POR INUNDACIÓN EN LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.

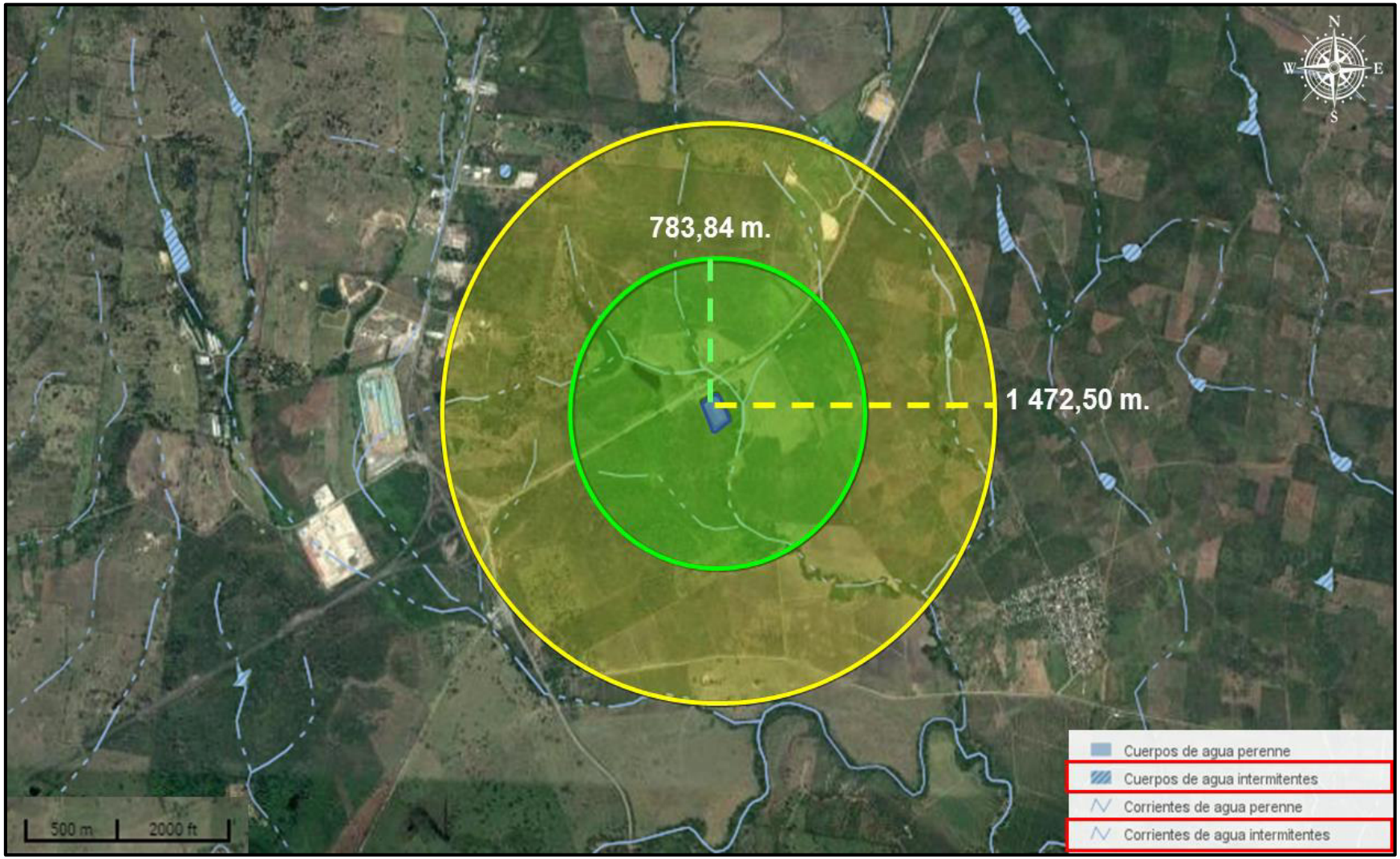
VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LA UBICACIÓN DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.



DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL



CUERPOS DE AGUA DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL



V.1.2 Fotografías

La Planta de Distribución de Gas L.P. km 226+500 de la Carretera México-Tuxpan en el municipio de Tihuatlán, Estado de Veracruz.

ACCESOS.

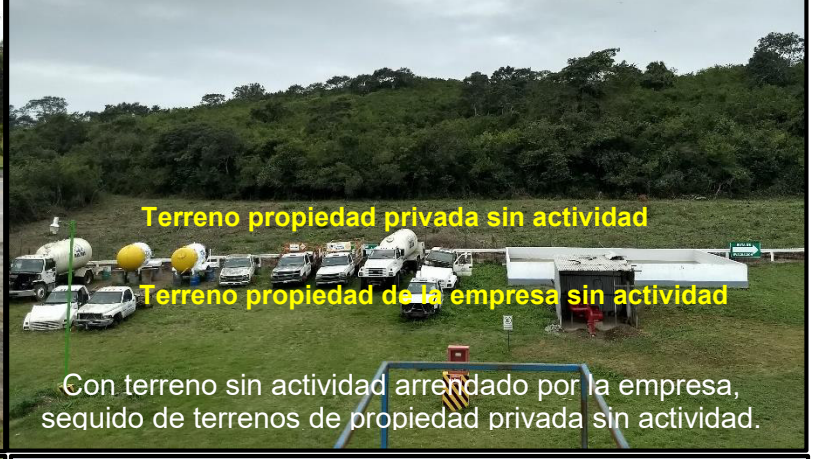
Por el lindero Noreste se localizan dos puertas abatibles, una es empleada para la entrada y salida de los vehículos repartidores propiedad de la empresa y la otra es usada como salida de emergencia, contando con carriles de aceleración y desaceleración.

COLINDANCIAS

Noroeste

Con carretera México-Tuxpan, seguido de terrenos sin actividad de propiedad privada.

Suroeste



Con terreno sin actividad arrendado por la empresa, seguido de terrenos de propiedad privada sin actividad.

Noreste

Con una corriente de agua de tipo intermitente seguido de terrenos sin actividad de propiedad privada.

Sureste

Con terreno sin actividad arrendado por la empresa, seguido de una corriente de agua de tipo intermitente.

ÁREAS OPERATIVAS DE LA PLANTA

La capacidad de almacenamiento de la planta de distribución de Gas L.P., es 450,000 litros distribuidos en dos tanques de almacenamiento, uno con capacidad de 250,000 litros y otro de 200,000 litros al 100% agua.

TOMA DE RECEPCIÓN

La toma de **recepción** se encuentra instalada dentro de la zona de protección del área de almacenamiento.

- Cuenta con una toma para gas líquido y una para gas vapor.
- El trasiego de gas l.p. se realiza mediante un compresor marca Corken, modelo 490 con una capacidad de 636 LPM, a prueba de explosión y conectado a tierra.

TOMAS DE SUMINISTRO

Las tomas de **suministro** se encuentran instaladas dentro de la zona de protección del área de almacenamiento.

El gas l.p. se suministra con la ayuda de dos bombas que cuentan con las siguientes características:

Marca: Corken
Modelo: 1022
Capacidad: 454 LPM
Potencia: 10 HP

Marca: Blackmer
Modelo: LGL3E
Capacidad: 490 LPM
Potencia: 10 HP

Ambos son APE y están conectados a tierra.

MUELLE DE LLENADO

Se cuenta con 4 **llenaderas** ubicadas a un costado del área de almacenamiento.

Los recipientes transportables serán llenados con la ayuda de la bomba de llenado que cuenta con las siguientes características:

Marca: Blackmer
Modelo: LGLD2
Capacidad: 151.4 LPM
Potencia: 10 HP

Área administrativa
Caseta de vigilancia
Sanitarios y regaderas
Almacén de Residuos Peligrosos
ESTACION DE RESIDUOS
Taller mecánico
Tablero eléctrico
GENERADOR ELECTRICO

Cisterna
TANQUE DE AGUA CAP. 155,000 LTS
E.C.I.
Área de recipientes transportables rechazados
Área de rodamiento o circulación
Área sin actividad

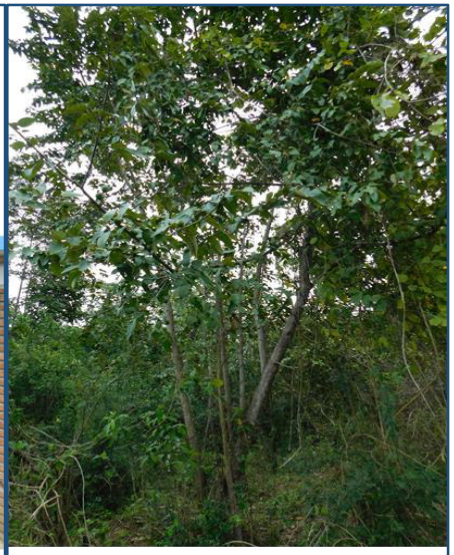
Señalética instalada en la Planta de Distribución de Gas L.P.

El sistema contra incendio se encuentra conformado por una serie de extintores manuales, dos extintores de carretilla, accesorios de protección, alarma, comunicaciones, manejo de agua a presión, así como entrenamiento al personal abarcando diversos temas de seguridad.

FLORA

Citrus reticulata

Mangifera inca



Guazuma ulmifolia

Cocos nucifera

Bambusa sp.

Leucaena leucocephala

Cnidoscolus multilobus

Tabernaemontana alba

Acacia collinsii

Cycas revoluta

Croton draco

Carica papaya

FAUNA

Sporophila torqueola

Coragyps atratus

Rupornis magnirostris

Sayornis phoebe

Tyrannus melancholicus

V.2 OTROS ANEXOS

ASPECTOS LEGALES DE LA EMPRESA "Gas Lucon, S.A. de C.V.":

- Registro Federal de Contribuyentes de la empresa GAS LUCON, S.A. DE C.V.
- Acta constitutiva de "GAS LUCON, S.A. DE C.V." Vol. 55, Instrumento 3 500, Lic. Humberto José Barbosa López notario público No. 55. Heroica Ciudad de Puebla de Zaragoza, fechado el 21 de mayo de 2002.
- Poder general para pleitos y cobranzas a favor de los señores Juan Pablo Arratia Buenrostro y/o Esau Gómez Lagunes y/o Luis Felipe Gutiérrez Rivera. Vol. 298, instrumento 24 427, Lic. Raúl G. Gutiérrez Ávila notario público No. 4. Ciudad de Martínez de la Torre, Estado de Veracruz, fechado el 06 de julio de 2002.
- Identificación del Representante Legal Esau Gómez Lagunes.
- Contrato de arrendamiento que celebran GRECO INMOBILIARIA S.C. (arrendador) y la empresa GAS LUCON S.A. DE C.V. (arrendatario). Ciudad de Puebla, fechado el 2 de enero de 2014

DOCUMENTOS TÉCNICOS DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.:

- Licencia de Uso del Suelo. Exp. No. 39, Oficio No. 786, emitido por el H. Ayuntamiento Constitucional de Tihuatlán, Veracruz. Fechado el 02 de marzo de 1998.
- Ingreso del Análisis de Riesgos ante el Instituto Nacional de Ecología, Dirección General de Ordenamiento e Impacto Ambiental. Fechado el 3 de abril de 1998.
- Título del Permiso de Distribución mediante Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P. No. AD-VER-044-C/00, emitido por la Secretaría de Energía, fecha: 7 de enero de 2000.
- Carátula del Título del Permiso de Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de Distribución. No. LP/14339/DIST/PLA/2016, emitido por la Comisión Reguladora de Energía, fechado el 17 de enero de 2016.
- Oficio de Inicio de operaciones de la Planta de Almacenamiento para Distribución de Gas L.P.No. 513.-DOS-F-0014/03, emitido por la Secretaría de Energía, fecha: 10 de enero de 2003.
- Cédula de empadronamiento. Emitida por la Tesorería Municipal Tihuatlán, Veracruz, en el año 2018.
- Póliza de daños. No. YSA4082210000, emitida por AXA Seguros, S.A. de C.V. con vigencia de 08/12/2017 a 08/12/2018.
- Licencia sanitaria. No. 000108, emitido por el H. Ayuntamiento Constitucional de Tihuatlán, Veracruz, fechado el 31 de enero de 2018.
- Programa de capacitación anual.

DICTÁMENES TECNICOS Y DE CONFORMIDAD DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS L.P.:

- Dictamen en conformidad con la NOM-013-SEDG-2002 "Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica, usando el método de Pulso-Eco, para la verificación

de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., en uso".No. EUT-013-065-2017, emitido por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. UVSELP-160-C, Ing. Miguel Ángel Viazcán. Fechado el 27 de octubre de 2017.

- Dictamen en conformidad con la NOM-013-SEDG-2002 "Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica, usando el método de Pulso-Eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P., en uso" No. EUT-013-066/2017, emitido por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. UVSELP-160-C, Ing. Miguel Ángel Viazcán. Fechado el 28 de octubre de 2017.
- Dictamen en conformidad con la NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones eléctricas (utilización). No. UVSEIE 297-A-021-18, emitido por la Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas 297-A, Ing. Jesús Ramos de la Rosa. Fechado el 19 de abril de 2018.
- Dictamen en conformidad con la NOM-001-SESH-2014, "Plantas de Distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación". No. 013/007/P/2018, emitido por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. UVSELP 013-C, Ing. Rubén Ruiz Ruiz. Fechado el 16 de mayo de 2018.

MEMORIA TÉCNICO DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA

- Memoria técnico descriptiva y justificativa de la Planta de Distribución de Gas L.P. (Proyecto civil, mecánico y sistema contra incendio) avalada por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. UVSELP 013-C, Ing. Rubén Ruiz Ruiz.
- Memoria eléctrica; Instalación Eléctrica de Fuerza y Alumbrado, avalada por la Unidad de Verificación de instalaciones eléctricas No. 297-A, Ing. Jesús Ramos de la Rosa.

PLANOS

Plano civil, planométrico, mecánico, sistema contra incendio y eléctrico del proyecto, en base a las especificaciones de la NOM-001-SESH-2014 Plantas de almacenamiento para Gas L.P. Diseño y Construcción, realizada por la Unidad de Verificación UVSELP 013-C, Ing. Rubén Ruiz Ruiz, con fecha de Abril de 2018.