

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

**INSTALACIONES EN OPERACIÓN
(ARSH)**

CAPÍTULO I DATOS GENERALES



GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de
Distribución

Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

I N T R O D U C C I Ó N

El presente Estudio de Riesgo Ambiental desarrollado para la Planta de Distribución de Gas L.P. ubicada en km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua., la cual opera bajo la razón social “Gas El Sobrante, S.A. de C.V.” con el no. de permiso LP/14469/DIST/PLA/2016 (antes AD-CHIH-065-N/00), y cuya actividad es la distribución de gas licuado de petróleo mediante planta de distribución y que, de acuerdo con la determinación del nivel de estudio contenido en la “*guía para la elaboración del estudio de riesgo ambiental para empresas que realizan actividades altamente riesgosas (establecimiento en operación)*”, corresponde a un nivel 2.

Dado que, la actividad desarrollada dentro de las instalaciones corresponde a una actividad considerada altamente riesgosa, una vez que, la capacidad actual de almacenamiento es de 250,000 litros al 100% contenido en un recipiente de almacenamiento, el cual corresponde a una masa aproximada de 147,955 kg, la cual excede la cantidad de reporte de 50,000 kg establecida en el “Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas”, por lo que es de observancia obligatoria la presentación de un Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) y someter a aprobación el correspondiente Programa para la Prevención de Accidentes (PPA), de acuerdo a lo señalado en el artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Dicho Estudio de Riesgo Ambiental se realizará con el contenido de la última versión de la Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgos para el Sector Hidrocarburos (ARSH), el cual básicamente se desarrollará en 11 capítulos, en donde se describirán los datos generales, la descripción del proyecto y del proceso, así como las características del entorno posteriormente, se realizará la parte del análisis y evaluación de riesgo. Dicho proceso se llevará a cabo en 4 partes las cuales serán:

1. Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo, dicha etapa consiste en realizar un análisis preliminar de peligros, considerar los antecedentes de accidentes e incidentes ocurridos en instalaciones similares, o bien, aquellos relacionados con la actividad de distribución de gas l.p. mediante planta de distribución que lleva a cabo la empresa, para posteriormente llevar a cabo la evaluación de peligros mediante la selección de la metodología seleccionada y la posterior jerarquización de los escenarios de riesgo.
2. Análisis cuantitativo de riesgo, en donde por una parte se realiza un análisis de frecuencia de los escenarios de riesgo identificados y ubicados en las regiones de riesgo no tolerable, y aquellos ubicados en la región ALARP con interés particular para su evaluación y por otra se lleva a cabo un análisis de consecuencias a fin de determinar los radios potenciales de afectación, lo cual se realizará mediante el software SCRI Fuego 2.2.
3. Análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo con las zonas vulnerables en los rubros de daños al personal, daño a la población, daños al medio ambiente y daño a las instalaciones.
4. Finalmente se realiza la obtención del riesgo residual a través del reposicionamiento de escenarios considerando la implementación de dichos los controles y medidas de reducción de riesgos para mitigar el riesgo inherente de la instalación, además los resultados del análisis de frecuencias (árbol de fallas) y del análisis de consecuencias, vulnerabilidad e interacciones de riesgo.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V .	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y PROMOVENTE DEL ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.

I.1.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo.

Gas El Sobrante, S.A. de C.V.

I.1.2. Registro Federal de Contribuyentes de la Empresa.

GSO750224DH7

I.1.3. Actividad permitida en materia de gas licuado de petróleo.

Distribución de gas licuado de petróleo mediante Planta de Distribución.

I.1.4. Clave del Catálogo M A P.

623094: Comercio de Gas Licuado de Petróleo en Tanques Portátiles o Estacionarios; de acuerdo con la *Clasificación Mexicana de Actividades y Productos 1999* (CMAP).

I.1.5. Título de Permiso.

No. LP/14469/DIST/PLA/2016 (antes AD-CHIH-062-N/00)

Se adjunta en el anexo C. “Autorizaciones y Permisos”, título de permiso y carátula del mismo.

I.1.6. Fecha de inicio de operaciones.

De acuerdo con el oficio no.313.-OS-F-6076/00 “Inicio de Operaciones de la Planta de almacenamiento para distribución de Gas L.P.”, la Dirección General de Gas L.P. y de instalaciones eléctricas de la Subsecretaría de operación energética otorgó el conocimiento de inicio de operaciones presentado por la empresa Gas El Sobrante, S.A. de CV., el 27 de noviembre de 2000.

En el anexo C. “Autorizaciones y permisos” se adjunta el documento “4. Inicio de operaciones”.

I.1.7. Código ambiental (CA).

CURR: ASEA-GAE18434M

NRA: GSO0804000017

Se adjunta en el anexo C. “Autorizaciones y Permisos”, Clave Única de Registro del Regulado.



I.1.8. Domicilio del establecimiento. (Anexar croquis).

La localización de la planta de distribución de gas l.p. perteneciente a Gas El Sobrante, S.A. de C.V. se señala con la dirección en: el km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.



Figura I. 1: Ubicación de la Planta de Distribución de Gas L.P.
Fuente: Espacio y datos de México (INEGI)

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

I.1.9. Domicilio para oír y recibir notificaciones.

Domicilio, Teléfono y Correo Electrónico del Representante Legal, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

I.1.10. Número de trabajadores promedio, por día y por turno laborado.

Tipo	1er turno
Personal operativo	11
Personal administrativo	2
Total	13

I.1.11. Nombre y cargo del gestor o promovente del estudio.

C.P. Gilberto Zea Rico
Representante Legal de “Gas El Sobrante, S.A. de C.V.”

Se adjunta en el anexo B. “Documentos legales”, el poder legal a favor de Gilberto Zea Rico.

I.1.12. Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir la verdad

C.P. Gilberto Zea Rico
Representante Legal



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

I.2. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS.

I.2.2. Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del Análisis de Riesgo.

Domicilio, Teléfono y Correo Electrónico del Responsable Técnico del Estudio, Art. 113 fracción de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

I.2.3. Nombre completo, puesto y firma de la persona responsable de la elaboración del estudio de riesgo.

Nombre y firma de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Cédula profesional: 5695356

Firma del Responsable técnico, Art. 113 fracción de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Técnico responsable del estudio
I.Q. Yazmin Calzeta López
Cédula profesional: 12184407

Nombre y firma de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Apoyo Técnico
Cedula profesional: en trámite



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

**INSTALACIONES EN OPERACIÓN
(ARSH)**

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de
Distribución

Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

II.1. Descripción del proyecto.

La Planta de Distribución de GLP propiedad de la empresa “Gas El Sobrante, S.A. de C.V.” cuenta con el título de permiso LP/14469/DIST/PLA/2016 antes (AD-CHIH-065-N/00), para efectuar la actividad de distribución de gas licuado de petróleo mediante planta de distribución la cual se encuentra en “Etapa de Operación y mantenimiento” con una capacidad de almacenamiento de 250,000 litros al 100% de agua, equivalente a 147,955 kg.

La actividad que se lleva a cabo en las instalaciones es relativamente simple, ya que no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se desarrollan reacciones químicas, aunque si hay un cambio de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura. Básicamente, la actividad consiste en el trasiego del gas l.p. de un recipiente a otro, es decir, se realiza la recepción de semirremolques para la guarda temporal y su posterior suministro a auto-tanques y recipientes transportables.

Las líneas productivas sólo involucran la recepción del GLP desde los semirremolques para su posterior descarga mediante el equipo adecuado, que en este caso es un compresor. Posteriormente se efectúa su almacenamiento temporal en un recipiente de tipo intemperie cilíndrico horizontal con capacidad de 250,000 litros al 100% agua. Finalmente se hace el trasiego del GLP hacia los auto-tanques y recipientes transportables para su distribución y/o comercialización a los usuarios finales. Para llevar a cabo dichas actividades, se hace uso de bombas, las cuales cubren los requisitos técnicos y de seguridad para tales fines.

Por lo que de manera general se puede decir que las actividades que se llevan a cabo como parte de la actividad de Distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. son relativamente sencillas, ya que no se llevan a cabo procesos de transformación de materiales ni se desarrollan reacciones químicas, aunque si se lleva a cabo el cambio de líquido a vapor por variación de presión y temperatura.

En síntesis, para efectuar la distribución de Gas L.P. la empresa hace uso de los siguientes elementos:

- Toma de recepción de semirremolques mediante un compresor.
- Zona de almacenamiento (Un recipiente de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros al 100% agua).
- Toma de suministro a auto-tanques mediante una bomba.
- Muelle de llenado de recipientes transportables mediante una bomba.
- Flotilla de auto-tanques
- Flotilla de vehículos de reparto

II.2. Fecha de inicio de operaciones.

De acuerdo con el oficio no.313.-OS-F-6076/00 “Inicio de Operaciones de la Planta de almacenamiento para distribución de Gas L.P.”, por la entonces Dirección General de Gas L.P. y de instalaciones eléctricas de la Subsecretaría de operación energética otorgó el conocimiento de inicio de operaciones presentado por la empresa Gas El Sobrante, S.A. de CV., el 27 de noviembre de 2000. **En el anexo C. “Autorizaciones y permisos” se adjunta el documento “4. Inicio de operaciones”.**



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

II.3 Ubicación de la instalación.

La localización de la planta de distribución de gas l.p. perteneciente a Gas El Sobrante, S.A. de C.V., se señala con la dirección km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

La empresa de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. cuenta con un terreno de 3 Ha (30,000 m²) de acuerdo al contrato de arrendamiento mediante escritura pública no. 146, bajo la notaría no. 2 Lic. Moncerrat Cereceres Martínez, de las 3 Ha establecidas en el contrato de arrendamiento que acredita el promovente, del cual 18,811.24 m² son ocupadas por la planta de distribución de gas l.p. y el resto del espacio del predio (11,188.76 m²) se encuentran sin actividades, como se observa en la siguiente.

Tabla II. 1: Áreas pertenecientes a Gas El Sobrante, S.A. de C.V.

Áreas	Superficie en m ²	Porcentaje %
Área de la planta establecida en planos y memoria técnica.	18,811.24	62.7
Terreno sin actividades en el predio arrendado.	11,188.76	37.3
TOTAL	30,000	100%

A continuación, se señalan las coordenadas del área destinada para el desarrollo de actividades operativas y la superficie total del predio propiedad de la empresa.

Tabla II. 2: Coordenadas del predio total y la planta de distribución de gas l.p.

Área	Vértice	Coordenadas UTM Zona 14		Coordenadas geográficas	
		X	Y	Latitud Norte	Longitud Oeste
Predio total	A	Coordenadas de ubicación geográfica de la instalación (ductos) Art. 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.			
	B				
	C				
	D				
Planta de distribución de gas l.p.	1				
	2				
	3				
	4				





Figura II. 1: Vértices de la superficie total del predio propiedad de la empresa y de las instalaciones.

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

II.4 Criterios, normas, códigos, estándares, buenas prácticas, entre otras consideraciones para la elaboración de las bases de diseño del proyecto.

De acuerdo con el oficio 313.-OS-F-6076/00 con fecha del 27 de noviembre del 2000 otorgado por la Dirección General de Gas L.P. y de instalaciones eléctricas adjunto a la Subsecretaría de Operación energética, se dio el inicio de operaciones para la planta de almacenamiento para distribución de gas l.p. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. en el cual se cita que la Unidad de Verificación Ing. Ismael Díaz Vanegas, con número de registro UVSELP-042-A dictaminó que las instalaciones se ajustaban a las especificaciones técnicas de seguridad señaladas en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDG-1996. Plantas de almacenamiento para Gas L.P. Diseño y construcción. Asimismo, los dictámenes de mantenimiento, seguridad y contingencias para la prestación del servicio y los vehículos cumplen con las disposiciones contenidas en las Normas Oficiales Mexicanas vigentes aplicables.

Asimismo, se señalaba que la empresa debía cumplir con el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo, y las disposiciones legales aplicables, así como las que determinaba la legislación en materia ecológica, de conformidad con lo dispuesto por la fracción V del artículo 33 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. Posteriormente conforme a las transiciones en la legislación y normatividad aplicable, la Secretaría de Energía publicó en el Diario Oficial de la Federación, con fecha del 22 de octubre de 2014 la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SESH-2014, *Planta de Distribución de Gas L.P. Diseño, Construcción y Condiciones Seguras en su operación*, la cual canceló y sustituyó a la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDG-1996. Por lo que, en cumplimiento a lo dispuesto en esta Norma, la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. se realizaron las adecuaciones necesarias a fin de cumplir con los requerimientos establecidos en dicha Norma. A continuación, se realiza una breve descripción de los aspectos más relevantes del cumplimiento de la Seguridad, Operación y Mantenimiento de la Instalación en apego a la normativa que actualmente rige este tipo de instalaciones es decir bajo la norma NOM-001-SESH-2014.

4. Especificaciones de diseño y construcción

Actualmente, la planta de distribución de gas l.p. en materia de Seguridad, Operación y Mantenimiento se apega a lo establecido en la NOM-001-SESH-2014 *“Plantas de distribución de gas l.p. – Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación”*, tal y como lo respalda el dictamen no. UVSELP246-001-0041/2022 otorgado por la Unidad de Inspección en materia de Gas L.P. UVSELP246 con fecha del 26 de agosto del 2022.

La capacidad total de almacenamiento de gas l.p. se encuentra contenida en un recipiente del tipo intemperie cilíndrico horizontal con capacidad de 250,000 litros base agua. De acuerdo con los datos inscritos en su placa dicho recipiente se construyó con la norma de fabricación 021/1-SCFI-1993 en el año 2000.

Actualmente, las especificaciones mínimas de diseño y fabricación de los recipientes sujetos a presión para contener Gas L.P., tipo no transportable están contenidas en la **NOM-009-SESH-2011**, la que la sustituya, o la Norma Oficial Mexicana aplicable y vigente en su fecha de fabricación. En el caso en que a la fecha de fabricación del recipiente no existiese norma oficial mexicana aplicable, el recipiente debe cumplir con su código de fabricación.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

En caso de no contar con placa de identificación o tener más de diez años contados a partir de su fecha de fabricación, los recipientes de almacenamiento deben contar con dictamen de evaluación ultrasónica de espesores que establezca que son aptos según los criterios que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya, y que sea emitido por la unidad de verificación acreditada y aprobada en dicha norma. Adicionalmente a lo descrito en el párrafo anterior, y sin perjuicio de los recipientes de almacenamiento cuenten con certificado de fabricación o placa de identificación, el dictamen para la evaluación de la conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o en su caso, la que la sustituya, debe obtenerse para cada recipiente a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación y, posteriormente, cada cinco años.

El recipiente de almacenamiento cuenta con sus respectivos dictámenes que se enlista a continuación:

- **Recipiente de almacenamiento:** Dictamen folio no. MX-077-19 otorgado por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. UVSELP-191C con fecha del 26 de abril del 2019 en cumplimiento con la NOM-013-SEDG-2002 *“Evaluación de espesores mediante medición ultrasónica usando método de pulso-eco, para la verificación de recipientes tipo no portátil para contener Gas L.P.”*

[Consultar en el anexo D “Dictámenes técnicos” en cumplimiento con la NOM-013-SEDG-2002.](#)

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 emitido por la Unidad de Verificación aprobada en la NOM-001-SESH-2014 y NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones eléctricas (utilización).

Durante la operación se debe mantener archivo con copia simple de la siguiente documentación:

- Título de permiso, aviso de inicio de operaciones, cesión de derecho 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 de los recipientes o bien dictamen de evaluación ultrasónica conforme a NOM-013-SEDG-2002, dictamen de conformidad con la NOM-001-SESH-2014, 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, 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 los dispuesto en el numeral 4.2.1.26 de esta norma.



	GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

- 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.

Referente a las distancias mínimas externas equivalentes a 100 m de la tangente de los recipientes de almacenamiento respecto a almacén de combustible externo, almacén de explosivos, casa habitación, escuelas, hospitales y lugares de reunión, la instalación cumple en su totalidad con esta exigencia, tal como se muestra en la siguiente imagen. Se halla dentro de un radio de 100 m la denominada Bodega de almacenamiento de maquinaria “El Caporal”, sin embargo, en dicho establecimiento no se halla población que viva de forma permanente en dicho lugar.



Figura II. 2: Distancia mínima externa equivalente a 100 m desde la tangente del recipiente del almacenamiento.

De acuerdo al numeral 4.2.3.1 debe contarse con dictamen vigente de la unidad de verificación en instalaciones eléctricas que avale el sistema eléctrico cumple con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 o a la que, en su caso, la sustituya.

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

- Las instalaciones eléctricas de alumbrado, fuerza y sistema de tierras físicas de la planta deben de cumplir con lo establecido en esta norma.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

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.

La planta de distribución de gas l.p. cuenta con el dictamen no. DVNP12S2-2021-UVSEIE 189-A/000010 otorgado por la Unidad de Verificación UVSEIE 189-A con fecha del 03 de julio del 2021.

Se adjunta dictamen en cumplimiento de la NOM-001-SEDE-2012 previamente referenciado, en el anexo D “Dictámenes Técnicos”.

Asimismo, la empresa cuenta con un parque vehicular (auto-tanques y vehículos de reparto) para realizar la distribución de Gas L.P., los cuales se encuentran registrados ante la Comisión Reguladora de Energía para su operación bajo el amparo del permiso LP/14469/DIST/PLA/2016. Ambos tipos de vehículos cuentan con su respectivo dictamen de conformidad con la NOM-07-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 deben cumplir los vehículos de distribución de Gas L.P. Además, los vehículos que utilizan Gas L.P. como combustible cuentan con su respectivo dictamen de conformidad con la NOM-005-SESH-2010 “*Equipos de carburación de Gas L.P en motores de combustión interna, instalación y mantenimiento*”.

Entre otros criterios a considerar para el diseño se consideró la ubicación y características del área donde se ubica actualmente la planta, previendo que la zona no se ubicara en ninguna Área Natural Protegida (ANP) federal o estatal, que el uso de suelo fuera compatible con las actividades que se desarrollarían en la instalación, que se encontrara alejada de zonas densamente pobladas, que no existieran líneas de alta tensión, ni ductos conductores de gas o de derivados petrolíferos cruzando el predio, que contara con los servicios básicos, además de considerar la susceptibilidad de la zona a los fenómenos naturales, actividades antropogénicas y efectos adversos provocados por fenómenos de tipo geológicos e hidrometeorológicos (inundaciones, huracanes, tornados, vientos extremos, heladas, tormentas eléctricas, sismos, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, vulcanología, entre otros).

Con base al Atlas Nacional de Riesgos y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) se identificó que la zona donde se ubica la planta se encuentra dentro de la regionalización sísmica Zona B – Medio, que de acuerdo con la clasificación CFE-2015 en esta zona se caracteriza por la poca frecuencia de sismos, o bien están sujetos a aceleraciones del terreno que no rebasan el 70% de gravedad, esto de acuerdo con la información obtenida del CENAPRED, tal como se presenta en la figura II.3:



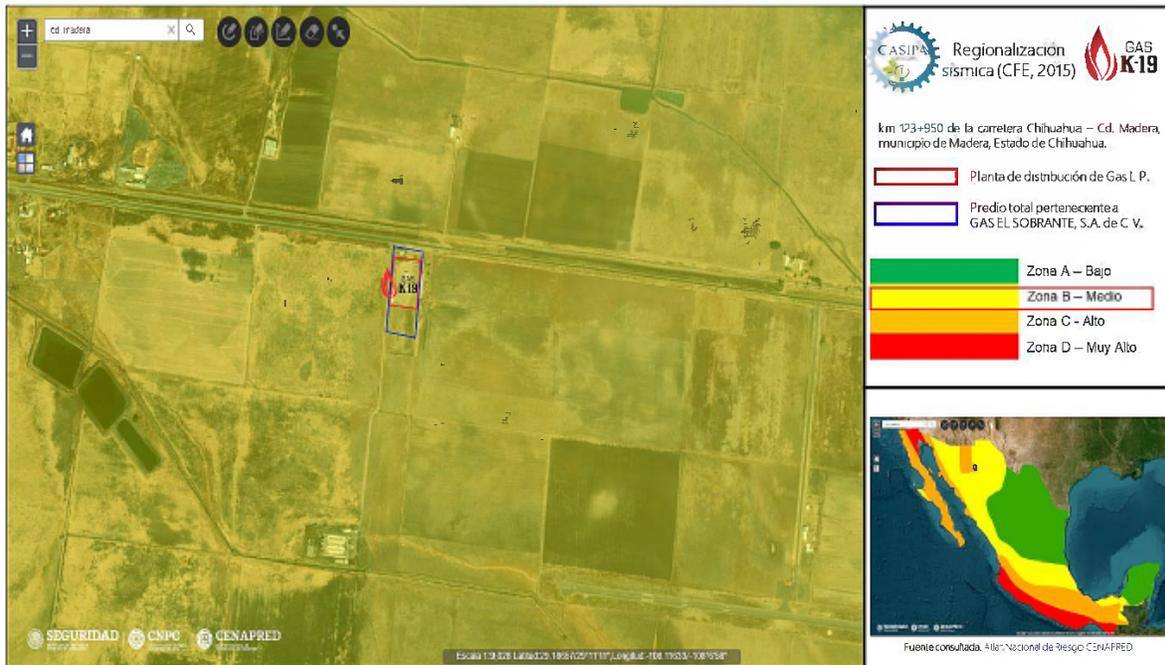


Figura II. 3: Regionalización sísmica
Atlas Nacional de Riesgo (CENAPRED)

Las bases que sustentan al tanque están construidas con un diseño convencional basándose en muros rectangulares de concreto armado. Para el diseño de las bases usaremos 5.0 ton/m^2 , menos que la capacidad de carga obtenida en el estudio de mecánica de suelos lo cual garantiza amplio margen de seguridad y asegura la estabilidad del tanque de almacenamiento.



II.5. Acceso a la instalación.

Para acceder a la planta se cuenta con un acceso consolidado, que permite el paso de vehículos y personas en forma segura que conecta con el km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

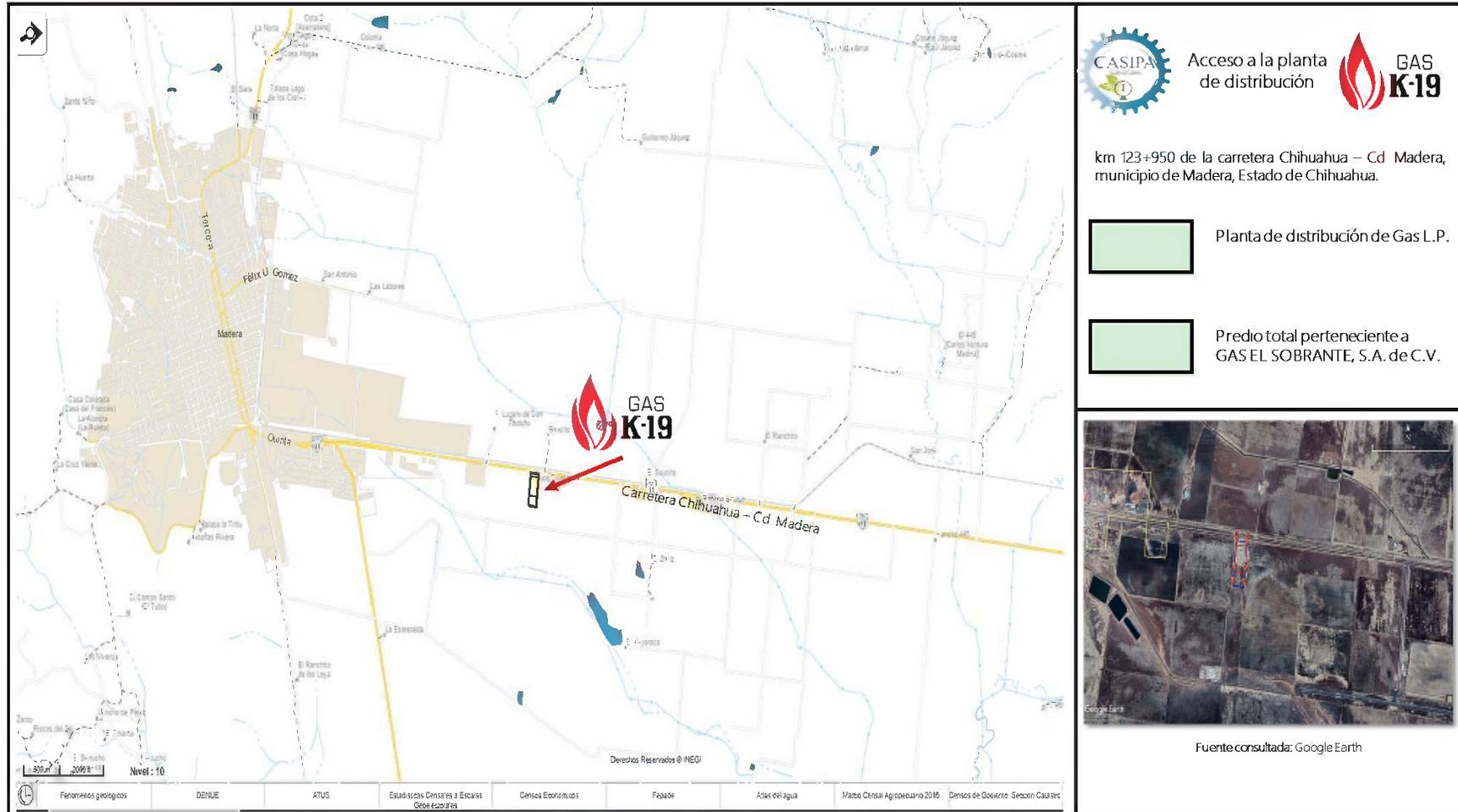


Figura II. 4: Acceso a la Planta de Distribución de Gas L.P.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

II.6 CONTRATOS CON COMPAÑÍAS EXTERNAS.

No aplica

II.7. AUTORIZACIONES CON LAS QUE SE CUENTA.

Para la realización de actividades del sector hidrocarburos en específico de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. cuenta con las siguientes autorizaciones oficiales:

- Autorización de uso de suelo para Gas El Sobrante, S.A. de C.V. oficio no. 3688 otorgado por la sección de obras públicas de la Presidencia Municipal de Cd. Madera, Chihuahua, con fecha del 21 de junio del 2000.
- Título de Permiso para la distribución de gas licuado de petróleo mediante planta de distribución no. LP/14469/DIST/PLA/2016 (antes AD-CHIH-062-N/00) otorgado a Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
- Inicio de operaciones de la planta de almacenamiento para distribución de gas l.p. no. 313.-OS-F-6076/00 otorgado por la Dirección General de Gas L.P. y de Instalaciones Eléctricas adjunta a la Secretaría de Energía el 27 de noviembre de 2000.
- Autorización de manera condicionada en materia de Impacto y Riesgo Ambiental oficio no. SGPARN.08/2002/2744, otorgado por la Subdelegación de gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales adjunta a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el 28 de octubre del 2002 con vigencia de 12 meses para llevar a cabo las actividades de preparación de sitio y la construcción del proyecto y de cinco años para su operación y mantenimiento.
- Resolución aprobada del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA) oficio no. 710/005734 otorgada por la Dirección General de Gestión Integral de materiales y actividades riesgosas adjunta a la Subsecretaría de gestión para la Protección Ambiental del 15 de agosto del 2006.
- Revalidación de la autorización en materia de Impacto Ambiental para la ejecución del proyecto "Gas El Sobrante, S.A. de C.V." (Planta Madera), por un plazo de cinco años con el oficio no. SG.IR.08-2008/315 expedido por la Unidad de Gestión Ambiental de la Subdelegación de gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales el 31 de octubre de 2008.
- Autorización procedente de manera condicionada en materia de Impacto Ambiental correspondiente a la operación y mantenimiento del proyecto denominado "Operación de una planta de distribución de gas l.p., en ciudad Madera, Chihuahua" con oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/3957/2018 otorgada por la Dirección General de Gestión Comercial adjunta de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos emitido el 3 de abril de 2018, con una vigencia de 13 años para la operación y mantenimiento del mismo.
- Registro de conformación del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente no. ASEA-GAE18434M, con numero de oficio ASEA/UGSIVC/DGGC/SA/0307/2020 expedido por la Dirección General de Gestión Comercial de la Agencia el 14 de enero de 2020.
- Licencia Ambiental Única LAU-ASEA-6267-2018 con oficio no. ASEA/UGSIVC/DGGC/14580/2018 emitido por la Unidad de Gestión, Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial del 18 de octubre del 2018.





II.8. ANEXO FOTOGRÁFICO.

A continuación, se integra un anexo fotográfico de la Planta de Distribución de Gas L.P. perteneciente a Gas El Sobrante, S.A. de C.V. donde se describen brevemente los aspectos más relevantes de esta.

ACCESO A LA PLANTA



Fotografía 1: Acceso a la planta de distribución de gas l.p.

Por el lindero noroeste del terreno se cuenta con puerta de acceso de 10.00 m de ancho usada para entrada y salida de personas y vehículos, también se cuenta con una segunda puerta de 7.00 m por el lindero noroeste y junto a la oficina, para salida, las puertas son en su totalidad metálica con orificios circulares que permitan el paso del aire.

COLINDANCIAS DE LA PLANTA DE DISTRIBUCION DE GAS L.P.



Las colindancias de la planta en sus 4 ejes son los siguientes:

Norte: con la carretera Chihuahua-Cd. Madera.

Oeste: terreno propiedad de particulares, con actividades agrícolas.

Este: con la bodega propiedad del rancho "Los Tejabanes".

Sur: con terreno propiedad de particulares con actividades agrícolas.

Fotografía 2: Colindancias de la Planta de Distribución de Gas L.P.

ZONA DE ALMACENAMIENTO DE GAS L.P.



Fotografía 3: Recipiente de almacenamiento de gas l.p.

La Planta de Distribución de Gas L.P. cuenta con un recipiente de almacenamiento del tipo intemperie con capacidad de 250,000 litros al 100% agua, fabricado en el año 2000. Cuenta con dos válvulas de máximo llenado, 4 válvulas de exceso de flujo de 76 mm y 6 de 51 mm y dos válvulas multiport con cuatro válvulas de desfogue, cada una.

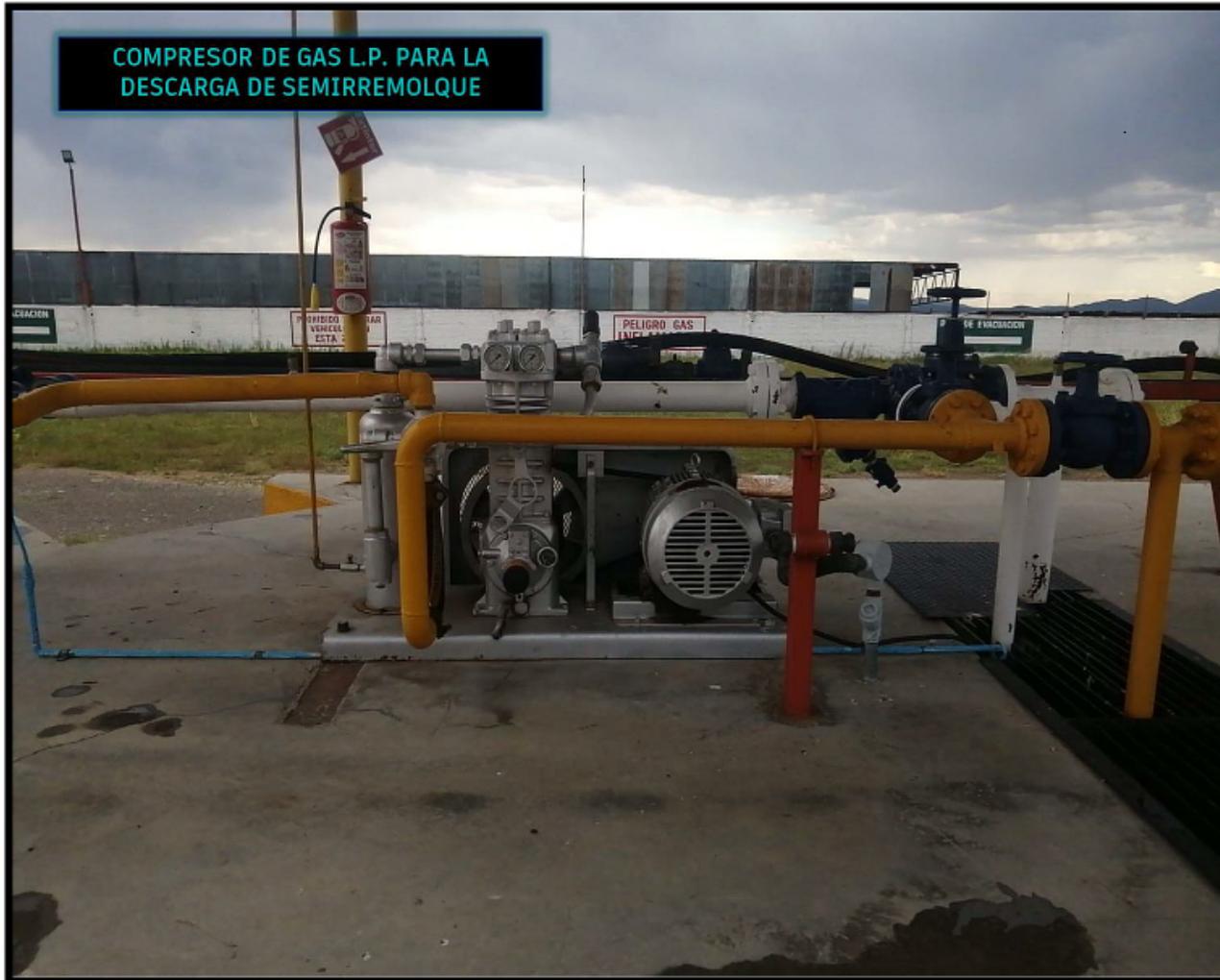
RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES



Fotografía 4: Toma de recepción de semirremolque

En la toma de gas-líquido es de 76 mm de diámetro se cuenta con: mirilla de tipo no retroceso, válvula de relevo hidrostático y válvula de globo. En la toma de gas-vapor de 51 mm se cuenta con: válvula de globo, válvula de exceso de flujo y válvula de actuación remota tipo neumática.

EQUIPO DE DESCARGA DE SEMIRREMOLQUES



El compresor junto con su motor, se encuentra cimentado a una base metálica, la que a su vez se fija por medio de tornillos anclados a otra base de concreto.

El motor eléctrico acoplado al compresor es apropiado para operar en atmosferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentra conectado al sistema general de "tierra".

Dicho compresor es marca Corken modelo 490, con una capacidad nominal de 677.51 L.P.M. (179 G.P.M.).

Fotografía 5: Compresor de gas l.p

SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTO-TANQUES



Fotografía 6: Toma de suministro a auto-tanques

La toma de gas líquido es de 51 mm y cuenta con válvula de globo recta, 1 medidor, 1 válvula pull-away y 1 válvula de exceso de flujo. La toma de gas-vapor es de 51 mm de diámetro y cuenta con 1 válvula de globo recta.

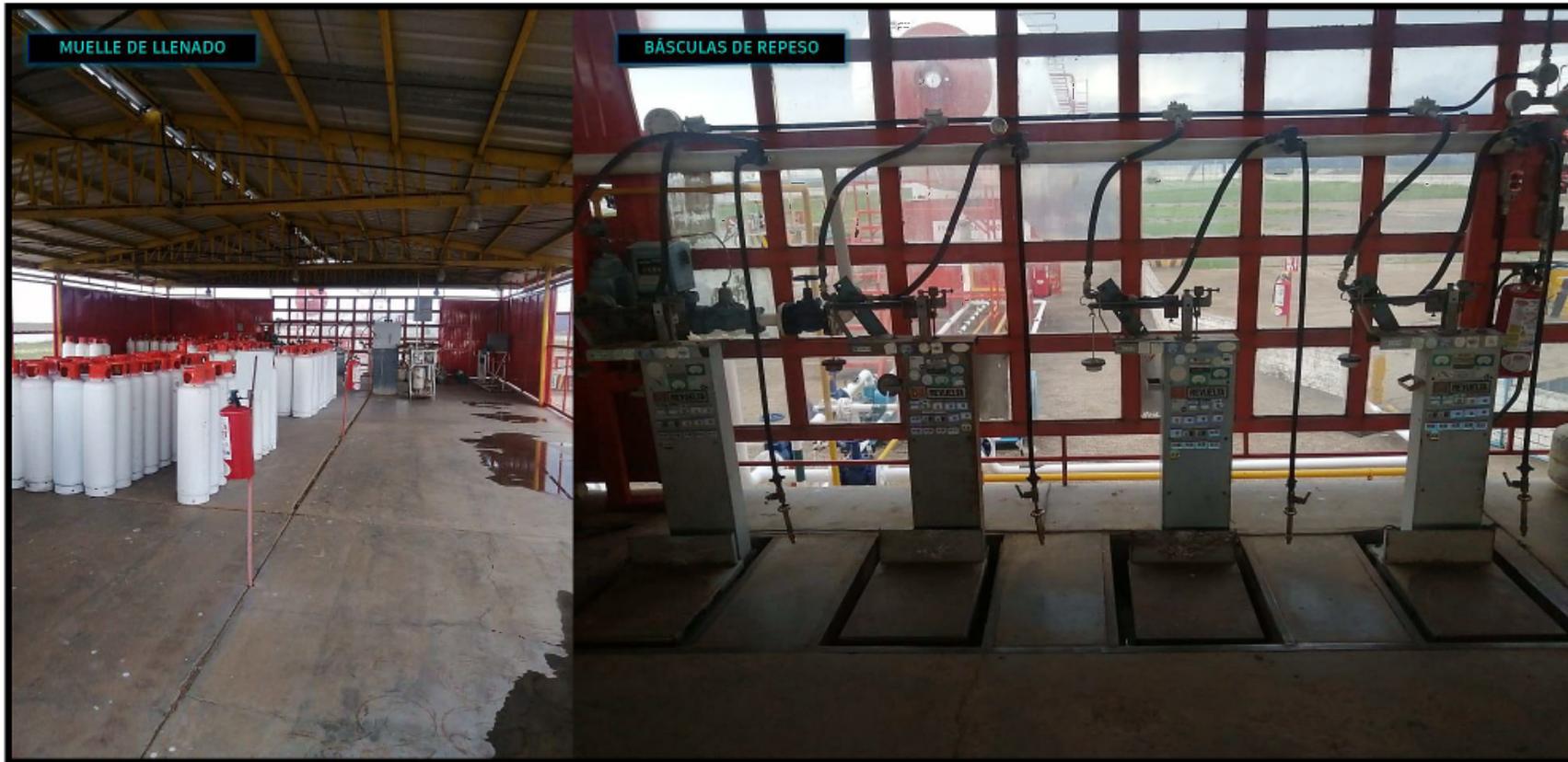
MUELLE DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES.



Fotografía 7: Múltiple de llenado

El muelle cuenta con cuatro llenaderas, las cuales presentan las siguientes características:
Tubería de acero al carbón A/AS-53-B o A/AS-106B cédula 80 sin costura para alta presión de 51 mm de diámetro con conexiones roscadas de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 140-210 kg/cm².

MUELLE DE LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES



Fotografía 8: Muelle de llenado y básculas de repeso

Dicho muelle de llenado cuenta además con una válvula de cierre a la entrada de esta, una válvula de relevo hidrostático de 13 mm de diámetro y un manómetro con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm de diámetro en su entrada y caratula de 64 mm de diámetro.

EQUIPO DE TRASIEGO, BOMBAS DE SUMINISTRO A AUTO-TANQUES Y MUELLE DE LLENADO



Las bombas se ubican dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento.

Las bombas se encuentran cimentadas a 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, son apropiados para operar en atmosferas de vapores combustible y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema general de "tierra".

Las bombas 1 y 2 son marca Blackmer, modelo LGL-2E, con capacidad de 303 L.P.M. (80 G.P.M.), con motor eléctrico de 7.5 C.F.

Fotografía 9: Bombas de trasiego

BOMBAS DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO

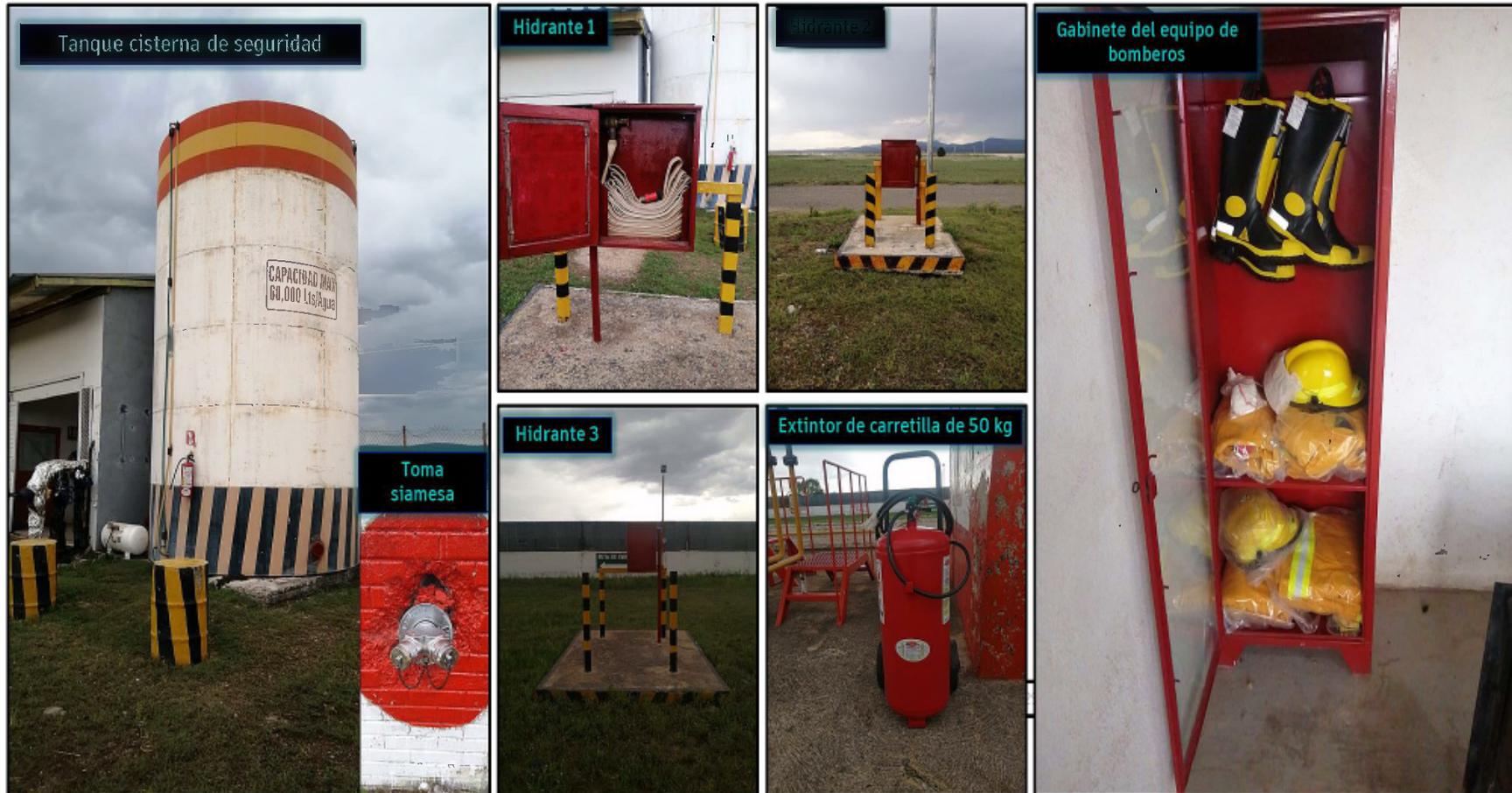


Fotografía 10: Bomba de combustión y eléctrica del sistema contra incendio

El cuarto de máquinas del ECI se encuentra localizada junto al tanque cisterna con dimensiones en planta de 4.00 x 4.00m y altura de 2.50m, tiene acceso para maquinaria y/o personal. Este cuarto de máquinas está equipado con los siguientes elementos:

- Bomba con motor eléctrico de 50 C.F. y gasto de 3,500 L.P.M. a 7 kg/cm².
- Bomba con motor de combustión interna de 42 C.F. y gasto 1,750 L.P.M a 7 kg/cm².

EQUIPO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIO



Fotografía 11: Equipo del sistema contra incendio

El sistema contra incendio se compone de los siguientes elementos;

1. Tanque cisterna de seguridad de 60 m³ de agua con las siguientes medidas: diámetro 3.90 x 4. 89 m, este recipiente es un cilindro vertical, su llenado se hace por medio de pipa de agua.
2. Tres hidrantes, toma siamesa.
3. Equipo de protección para el personal (2 trajes de bombero, botas, cascos).

OTRAS ÁREAS DE LA PLANTA DE DISTRIBUCIÓN



Fotografía 12: Diversas áreas que conforman la planta de distribución de gas l.p.

La planta de distribución de gas l.p. perteneciente a “GAS EL SOBRENTE S.A. DE C.V.” cuenta con servicios de oficinas, sanitarios, estacionamiento para las unidades y un tanque de almacenamiento de agua para el sistema contra incendio.

	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

II.9. Indicar si las actividades a desarrollar se encuentran contempladas o permitidas en los programas de desarrollo urbano municipal, estatal o nacional.

El **POEGT** fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012 con el objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial.

No obstante, por su escala y alcance, *el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales*, puesto que cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. Para el territorio nacional se registran 145 unidades, denominadas **Unidades Ambientales Biofísicas (UAB)**, estas regiones ecológicas comparten la misma prioridad de atención, aptitud sectorial y política ambiental y cada de ellas tiene asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

A partir de lo descrito anteriormente y al consultar la herramienta de la SEMARNAT Sistemas de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) se obtuvo que la Planta se localiza en la **Región Ecológica 13.17**, en la **UAB 11** denominada **Sierras y Llanuras Tarahumaras**, con una política ambiental de “**13-Restauración y Aprovechamiento Sustentable**”.



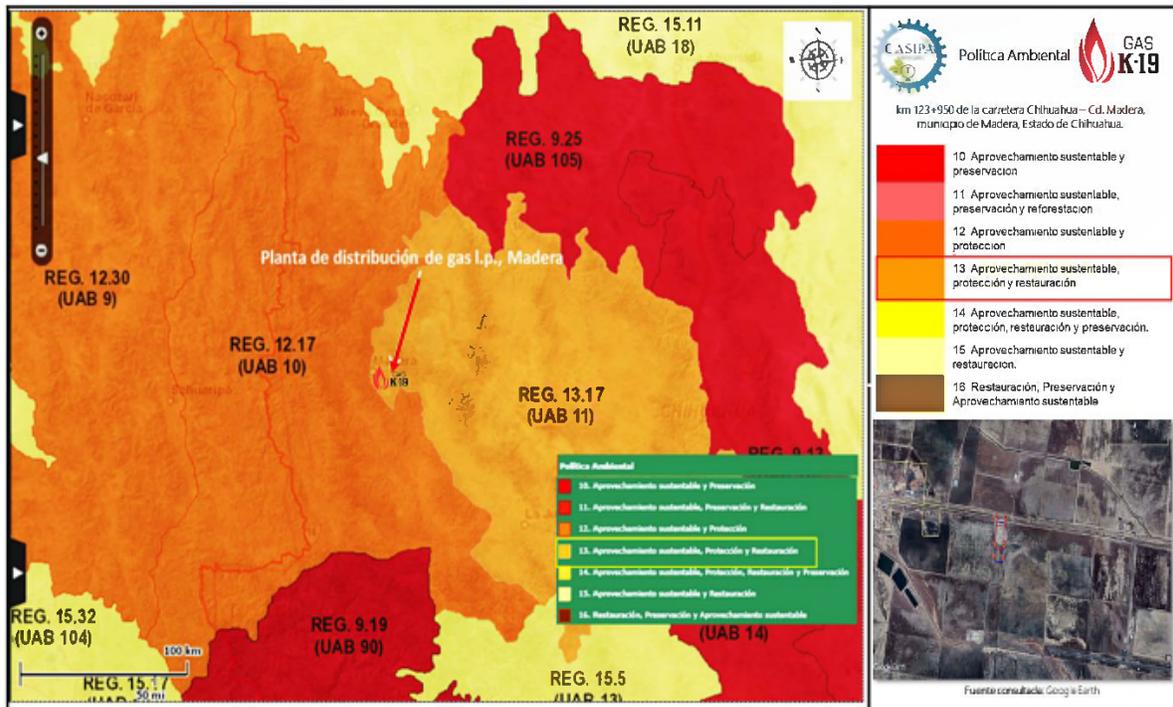


Figura II. 5: Localización de la Planta en la REG. 13.17 (UAB 11).

Fuente: POEGT. Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE).

Tabla II. 3: Características de la Región Ecológica 13.17

Región ecológica	Nº de UAB	Nombre de UAB			
13.17	11	Sierras y Llanuras Tarahumaras			
Política ambiental 13	Nivel de atención prioritaria	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Población 2010
Aprovechamiento Sustentable, Protección y Restauración	Baja	Forestal	Agricultura - Ganadería	Minería-Turismo	276,321
Población indígena	Estado actual	Estrategias			
Tarahumara	Inestable	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 21, 22, 23, 36, 37, 42, 43, 44			
Estado Actual del Medio Ambiente 2008					
Inestable. Conflicto Sectorial Nulo. Muy baja superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Media degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km ²): Muy baja. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 73. Baja marginación social. Medio índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola altamente tecnificada. Media importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.					
Escenario al 2033		Crítico a muy crítico			

Fuente: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, 2012.





Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 Municipio de Madera

El Plan Municipal de Desarrollo (PMD) es el documento mediante el cual, a través de un trabajo previo de análisis e interacción con la población, se logra establecer como primer punto de diagnóstico de las principales necesidades sociales, por ende el PMD es la estrategia que oriente a los gobiernos municipales a trazar su plan de trabajo durante su gestión administrativa, mediante la identificación de los principales objetivos y estrategias, las autoridades de las diferentes dependencias municipales desarrollaran líneas de acción, las cuales a través del esfuerzo continuo visualizan elevar la calidad de vida de la población.

De acuerdo con las actividades desarrolladas en la planta de distribución de gas l.p. los ejes, objetivos, estrategias y líneas de acción con las que se podría vincular de acuerdo a lo expuesto en el plan municipal de desarrollo de Cd. Madera, Chihuahua son los siguientes:

Tabla II. 4: Estrategias del plan municipal de desarrollo 2021-2024 "Municipio de Madera"

Alineación del plan nacional, estatal y municipal				
PMD 2021-2024		PED 2022-2026	PND 2019-2024	Agenda 2030
Eje rector	Objetivo	Eje rector	Eje rector	Ejes transversales
Eje 2. Desarrollo e innovación económica	Crear los mecanismos que capten la inversión económica.	Economía, innovación, desarrollo, sustentable y equilibrio regional.	Economía	5. Igualdad de género 8. Trabajo decente y crecimiento económico. 9. Industria, innovación e infraestructura. 10. Reducción de las desigualdades. 12. Producción y consumos responsables.
Eje 4. Servicios públicos e infraestructura	Inversión en servicios básicos, e infraestructura urbana.	Infraestructura, desarrollo urbano y medio ambiente.		Territorio y desarrollo sostenible. 6. Agua limpia y saneamiento. 7. Energía asequible y no contaminante. 11. Ciudades y comunidades sostenibles. 13. Acción por el clima. 15. Vida de ecosistemas terrestres.
Eje estratégico 2. Desarrollo e innovación económica				
Objetivo general:		Una de las metas primordiales es el contar con las estrategias para lograr un desarrollo económico, por lo que en el presente gobierno se impulsara la actividad económica mediante el uso y la transformación de recursos con los que cuente el		



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Alineación del plan nacional, estatal y municipal	
	<p>municipio, buscando mayor productividad a corto plazo, ya que los habitantes necesitan empleos que ofrezcan un salario digno y empresas que ofrezcan todas las prestaciones de ley.</p>
Objetivos específicos:	<p>Impulsar a productores locales, así como la gestión de inversión económica en el municipio y la organización de los diferentes prestadores de servicios para que exista una mayor participación en vías de un solo objetivo.</p>
Estrategias:	<p>generar las condiciones necesarias para atraer inversionistas, esto mediante la creación de infraestructura y el otorgamiento de facilidades a las personas que demuestra el interés de invertir, así como el acompañamiento a los comercios establecidos sobre todo a los de manufactura local de productos regionales.</p>
Líneas de acción:	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Creación de infraestructura y el otorgamiento de facilidades a las personas que demuestran interés en invertir en el municipio. ✓ Apoyo con subsidios para el equipamiento y creación de infraestructura. ✓ Apoyo a productores locales para la creación de un comercio único y característico del municipio. ✓ Apoyo a talleres de costura, los cuales serán de gran ayuda para las mujeres de nuestro municipio garantizando trabajo durante todo el año. ✓ Identificación de la oferta de productos característicos por comunidad, para buscar mercado. ✓ Apoyo con subsidios a los productores, para equipamiento y apoyo a la producción.





II.10. Características de los equipos principales y auxiliares.

No.	Equipo/accesorio	Descripción y especificaciones técnicas	Tiempo de vida útil	Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Ubicación
EQUIPOS PRINCIPALES					
1	Recipiente de almacenamiento 1	<p>Marca: TATSA Año de fabricación: 2000 No. de serie: TP-1620 Capacidad: 250,000 L Diámetro exterior: 3,378 m Largo total: 29.3895 m Presión de diseño: 14.06 kgf/cm² Tara: 41,000 kg Nom de fabricación: X-12-1995 Espesor cabezas: 9.52 mm Material lámina cabeza: SA-612 Espesor del cuerpo: 16.58 mm Material del cuerpo: SA-612-B</p>	<p>Con forme a la NOM-001-SESH-2014 en su numeral 4.2.2.2.1 b) Al tener más de diez años contados a partir de su fabricación, los recipientes de almacenamiento deben contar con dictamen de evaluación ultrasónica de espesores que establezca que son aptos según los criterios que establece la Norma Oficial Mexicana, NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya, y que sea emitido por una unidad de verificación acreditada y aprobada en dicha norma.</p>	<p>Sistema de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Un medidor de nivel liquido magnético, marca Magnetel de 230 mm de diámetro. - Un termómetro marca Rochester con graduación de -50 a 50°C de 12.7 mm de diámetro. - Un manómetro marca Eva con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm de diámetro. <p>Sistemas de seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente. - Tres válvulas de exceso de flujo para gas-liquido marca Rego modelo A7539V6 de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 947 L.P.M. - Tres válvulas de exceso de flujo para gas-vapor marca Rego modelo A3292B de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 32,700 ft³/h cada una. - Una válvula de exceso de flujo para gas – liquido marca Rego Modelo A3292B de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M) para retorno de líquido. - Dos válvulas, multiport bridadas marca Rego Modelo A8574G de 101 mm (4") de diámetro, cada una con cuatro válvulas de seguridad marca REGO modelo A3149MG de 64 mm (2 1/2") de diámetro, con capacidad de 294 m³/min, cada una cuenta con punto de fractura. - Conexión soldada al recipiente para cable a "tierra". - Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del recipiente de almacenamiento cuenta con tubo de descarga de acero cédula 40 de 76 mm (3") de diámetro y de 2.00 m de altura. 	Zona de almacenamiento
2	Bomba 1 y 2	<p>Marca: Blackmer Modelo: LGL-2E7 Motor eléctrico: 7.5 C.F. (BI) y 7.5 C.F. (BII). R.P.M.:780 ambas Capacidad nominal: 303 L.P.M. (80 GPM) Presión diferencial de trabajo (máx): 5 kg/cm²</p>	<p>Conforme al Diario Oficial de la Federación (DOF), "Parámetros de Estimación de vida útil", publicado el 15 de agosto de 2012, para maquinaria y equipo industrial la vida útil es de 10 años, considerando un uso normal y adecuado, no obstante, se debe realizar</p>	<p>Sistema de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Control automático de 51 mm (2") de diámetro para retorno de gas líquido excedente al recipiente de almacenamiento el cual consiste en una válvula automática, la que actúa por presión diferencial y esta calibrada para una presión de apertura de 5 kg/cm² de presión diferencial. <p>Sistema de seguridad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conexión al sistema general de tierra 	Dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento





No.	Equipo/accesorio	Descripción y especificaciones técnicas	Tiempo de vida útil	Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Ubicación
		Tubería de succión: 76 mm y 51 mm Tubería de descarga: 51 mm (2")	mantenimiento periódico, para mantener la maquinaria y equipo de la planta en óptimas condiciones, o de ser necesario realizar el remplazo de alguno de ellos.	- Válvulas de exceso de flujo de no retroceso, de acero maleable de bronce, y con presión mínima de trabajo de 24.47 kg/cm ² .	
3	Compresor 1	Marca: Corken Modelo: 490 Motor eléctrico: 15 C.F. R.P.M.: 740 Capacidad nominal: 677.51 L.P.M (179 G.P.M) Desplazamiento: 32.00 m ³ /h Ratio de compresión: 1.49 Tubería de gas-liquido: 76 mm (3") Tubería de gas-vapor: 51 mm (2")	Conforme al Diario Oficial de la Federación (DOF), "Parámetros de Estimación de vida útil", publicado el 15 de agosto de 2012, para maquinaria y equipo industrial la vida útil es de 10 años, considerando un uso normal y adecuado, no obstante, se debe realizar mantenimiento periódico, para mantener la maquinaria y equipo de la planta en óptimas condiciones, o de ser necesario realizar el remplazo de alguno de ellos.	Sistema de control: - Manómetro Sistema de seguridad: - Válvula de purga de líquidos del compresor. - 1 extintor portátil de 9 kg PQS.	Isleta de recepción de semirremolques.
4	Medidor volumétrico de gas l.p.	Marca: Neptune Tipo: 4D Diámetro de entrada y salida: 51 mm Capacidad: Máx. 380 L.P.M (100 G.P.M). Min. 78 L.P.M (20 G.P.M). Presión de trabajo: 24.6 kg/cm ² .		---	Muelle de llenado y tomas de suministro
5	Básculas de llenado y repeso	Cantidad: 4 básculas Tipo: Plataforma Capacidad: 260 kg Cantidad: 1 báscula Tipo: Repeso Capacidad: 100 kg		Sistema de control: - Válvula de cierre manual para bloquear el paso del gas l.p. - Válvula solenoide eléctrica en cada llenadera para cerrar el paso del gas cuando llegue al peso a llenar. Sistema de seguridad: - Conexión al sistema general de tierra Cada llenadera cuenta con: - Una válvula de globo de 13 mm de diámetro para cierre manual. - Manguera de 13 mm para gas l.p.	Muelle de llenado

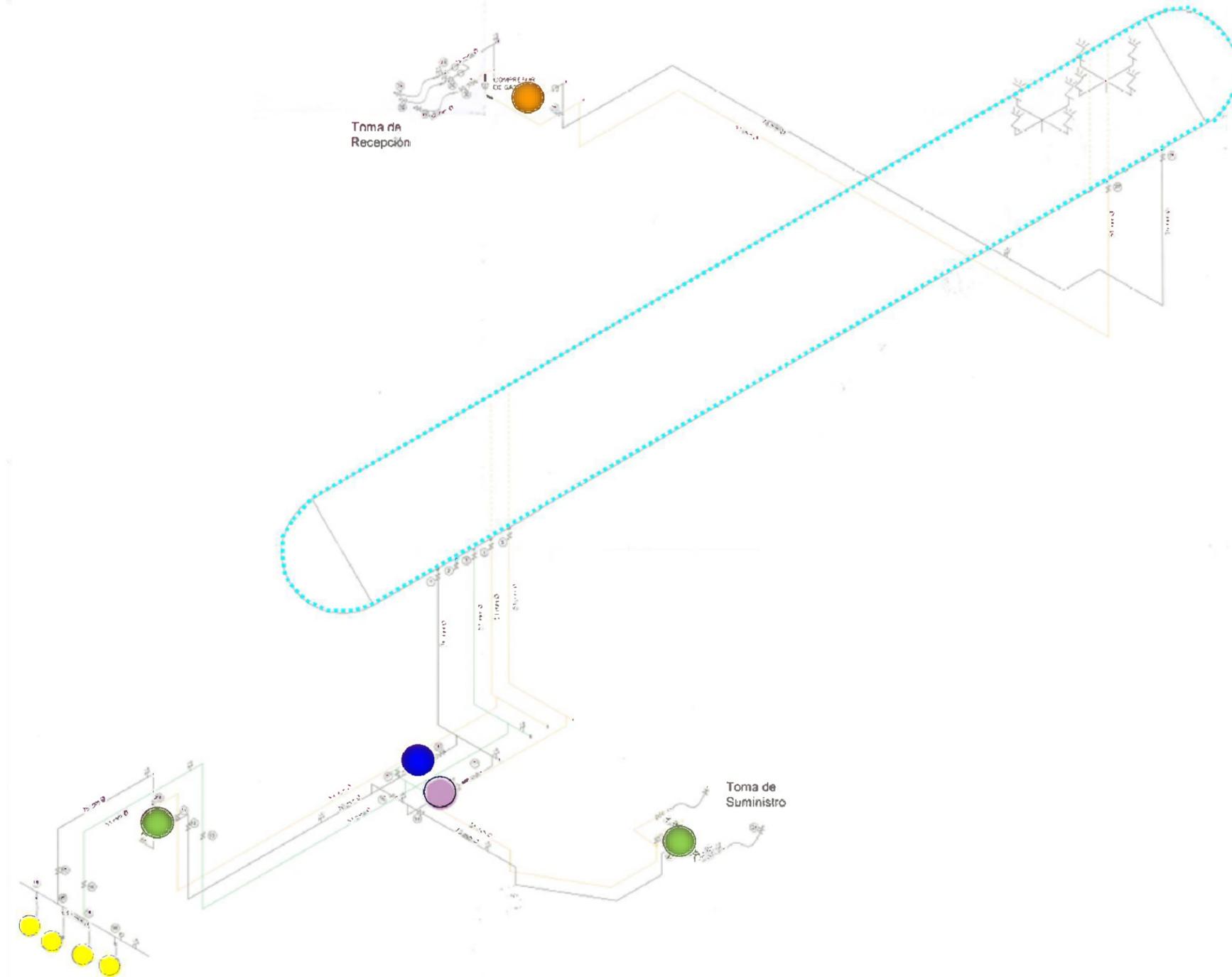




No.	Equipo/accesorio	Descripción y especificaciones técnicas	Tiempo de vida útil	Sistemas de control, sistemas de seguridad y medios de contención	Ubicación
				<ul style="list-style-type: none"> - Válvula de cierre rápido de 13 mm de diámetro. - Un conector especial punto pool y maneral) de 13 mm de diámetro. - Una válvula solenoide de 13 mm de diámetro. 	
6	Sistema de vaciado de recipientes transportables.	Recipiente tipo: estacionario	Conforme al Diario Oficial de la Federación (DOF), "Parámetros de Estimación de vida útil", publicado el 15 de agosto de 2012, para maquinaria y equipo industrial la vida útil es de 10 años, considerando un uso normal y adecuado, no obstante, se debe realizar mantenimiento periódico, para mantener la maquinaria y equipo de la planta en óptimas condiciones, o de ser necesario realizar el replazo de alguno de ellos.	Sistema de seguridad: <ul style="list-style-type: none"> - Estructura metálica adecuada - Tubería cedula 80 para alta presión con conexiones roscadas - Mangueras utilizada son de 13 mm especial para gas l.p. 	Junto al muelle de llenado.
7	Bombas del sistema contra incendio	Bomba de combustión: Marca: STA – RITE DE MEXICO Modelo: K3H-TU-25 Fecha-30/04/01 Motor: 75 HP Bomba eléctrica: Marca: CUMA, S.A Modelo: K4L502 Motor 25 HP		Sistema de seguridad: <ul style="list-style-type: none"> - Toma siamesa 	Cuarto de bombas del sistema contra incendio



LOCALIZACIÓN GENERAL DE EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES

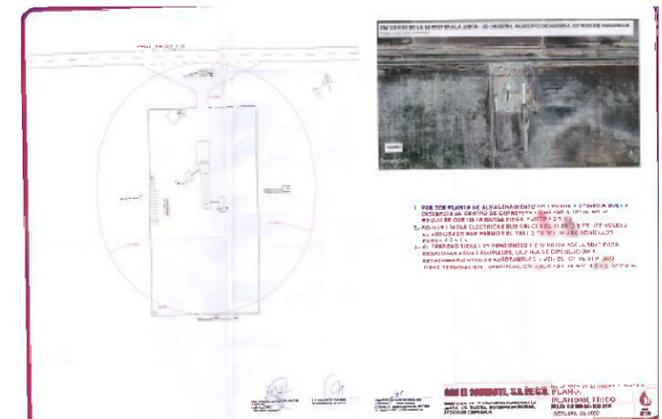


Razón social
GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V.

Proyecto:
 "Planta de distribución de Gas l.p. – Cd. Madera, Chihuahua"
Ubicación:
 Km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Simbología
 Localización de los equipos de la planta de distribución de gas l.p.

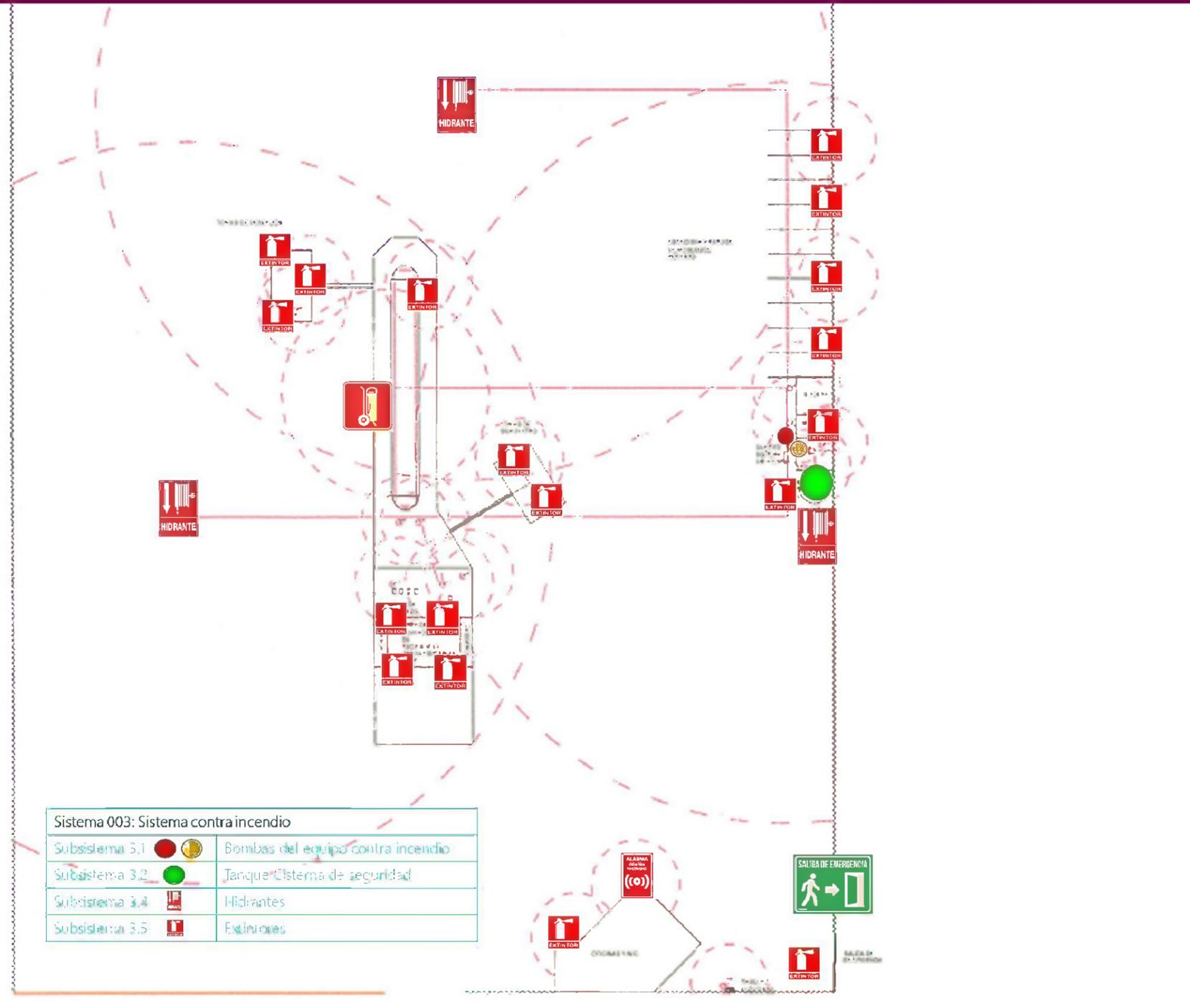
	Compresor 1
	Bomba 1
	Bomba 2
	Medidores Volumétrico
	Básculas de llenado
	Recipiente de almacenamiento 1



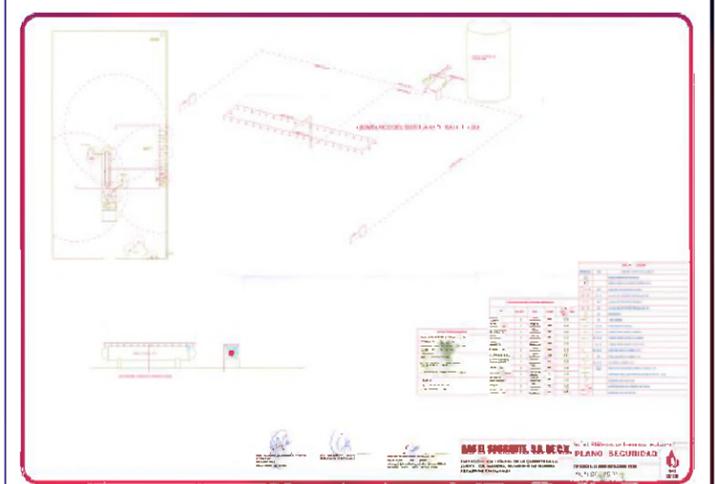
Plano de referencia: Plano civil y planométrico

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	12/06/2023	Elaboró: I.Q. Citlalli Martínez Flores Revisó: I.Q. Yazmin Calzeta López Aprobó: I.Q. José Morales Ku		LOCALIZACIÓN GENERAL DE EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES

LOCALIZACIÓN GENERAL DE EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES



	Razón social
	GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V.
Proyecto:	
Planta de distribución de Gas l.p. – Cd. Madera, Chihuahua”	
Ubicación:	
Km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.	
Simbología	
Localización de los equipos de la planta de distribución de gas l.p.	
	Extintores de 9 kg
	Hidrantes
	Bomba de combustión interna del SCI
	Bomba de motor eléctrico del SCI
	Tanque cisterna de seguridad 60 m ³
	Alarma del sistema contra incendio
	Salida de emergencia
	Extintor de carretilla



Plano de referencia: Plano del SCI

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	12/06/2023	Elaboró: I.Q. Citlalli Martínez Flores Revisó: I.Q. Yazmin Calzeta López Aprobó: I.Q. José Morales Ku		LOCALIZACIÓN GENERAL DE EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES

	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

II.11. Control eléctrico.

La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. no cuenta con un cuarto de control ni un centro de control de motores, sin embargo, cuenta con controles eléctricos por los cuales realiza el manejo de los equipos de trasiego (bombas, compresor, sistema de llenado, etc.) y para que la cual se señala que la carga conectada al transformador se obtiene considerando la mayor carga posible, esto es, la de los tableros de la planta a su % de uso más la carga del sistema contra incendio. CFE marca el punto de conexión en el poste con línea trifásica de media tensión ubicado a un costado del domicilio, las características de esta alimentación son: sistema 3f, voltaje 34,550 volts y punto de conexión con cuchillas con listón fusible, el transformador tiene una capacidad de 75 KVA.

El tablero general de baja tensión, está colocado en la parte noroeste del terreno de la planta de distribución junto a la oficina, y esta soportado sobre pared, contiene el interruptor general, cajas de conexiones, centro de carga de 20 circuitos para alumbrado perimetral, alumbrado del tipo A.P.E y válvulas solenoides.

Tablero principal:

Este tablero está formado por interruptores, arrancadores y centro de carga de alumbrado, contenidos en gabinetes NEMA 1, y contendrá los siguientes componentes:

- 1. Tablero de alumbrado de 20 circuitos.
- 2 combinaciones de interruptor de 3 x 50 amps con arrancador a tensión plena para compresor de gas l.p. de 15 C.F.

Demanda total requerida:

Tabla II. 5: Carga clasificada como continua y variable

Para alumbrado y servicio	
10 lámparas de 400 w c/u y 2 lámparas de 200 w c/u, tipo reflector para alumbrado perimetral en barda perimetral (al 60% 2,400 w)	4,000 w
12 lámparas de 160 w c/u tipo A.P.E. en el muelle de llenado, tomas de recepción, suministro y almacenamiento de gas l.p. (al 60% 1,152 w)	1,920 w
1 centro de carga para uso exclusivo de oficinas y wc (60% 3,000w)	5,000 w
1 centro de carga para bodega (60% 600w)	1,000 w
4 válvulas solenoides de 60 w c/u en muelle (80% 192 w)	240 w
Total, carga	12,160 w

Tabla II. 6: Carga clasificada como continua no simultanea

Para fuerza de planta	
2 motores de 7.5 C.P. (5,595 watts), bomba 1 y 2 de gas (80% 6,714 w)	11,190 w
1 motor de 15 C.P. (11,190 w) para un motor de compresor de gas (80% 6,714 w)	11,190 w
Total, carga	22,380 w

Instalación del sistema contra incendio:



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023 NO. DE VER. 01	

1 motor de 3f de 50 CP (37,300 watts), bomba contra incendio, más la carga de una sirena audible.	37,450 w
Debido a esto se considera la carga de la planta, oficina, tableros, motores, por lo que la carga total a considerar es:	
Carga de fuerza para la operación (motores) con el % de uso correspondiente	13,428 w
Carga de fuerza de tableros con el % de uso	7,344 w
Total, carga	20,772 w

Subestación eléctrica:

La capacidad del transformador se obtiene considerando la mayor carga posible, esto es, la de los tableros de la planta a su % de uso más la carga del sist. c/incendio. Para establecer la capacidad de la Subestación se consideran la carga de los tableros y la del sistema contra incendio:

Para establecer la capacidad de subestación se consideran:	
Por carga continua de servicios y alumbrado en planta	13,428 w
Por carga clasificada como continua no simultanea	7,344 w
Total, carga	20,772 w

Alimentación contra incendio:

Dentro del sistema contra incendios se tiene un tablero eléctrico, en él se ubicó el arrancador del motor de la bomba contra incendio y su control, así como alarma sonora.

Derivación hacia motores:

Las derivaciones de alimentación hacia motores parten directamente desde los arrancadores colocados en el tablero principal. Cada circuito realizará su trayecto por canalización individual para mejor atención de mantenimiento y facilidad de identificación.

Control de motores:

Todos los motores se controlan por estaciones de botones a prueba de explosión ubicados según se indica en el plano. Los conductores de estas botoneras son llevados hasta los arrancadores contenidos en el tablero general utilizando canalizaciones subterráneas compartidas con los circuitos de alumbrado exterior.

Sistema de tierra física.

El sistema de tierras tiene como finalidad proteger de descargar eléctricas a las personas que se encuentren cerca o en contacto con estructuras metálicas de la planta de distribución de gas l.p. en el momento que ocurra una descarga a tierra. El sistema de tierras cumple con el propósito detener caminos francos para la operación confiable e inmediata de la protección eléctrica.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

II.12. Sistemas de aislamiento.

Los sistemas de aislamiento localizados en el interior de la planta de distribución de gas l.p. se definen como aquellas válvulas de cierre, de interrupción de bloqueo o de corte y son cruciales para el sistema de manejo de fluidos. Las cuales son diseñadas específicamente para detener o activar el flujo de sustancias en una ubicación determinada dentro de las líneas de tubería u equipos de proceso. A continuación, se señalan los sistemas de aislamiento presentes en la planta.

Tabla II. 7: Sistemas de aislamiento de la planta de distribución de gas l.p..

Elemento	Localización / Función	Descripción
Válvulas de exceso de flujo	<ul style="list-style-type: none"> - Tomas de recepción de semirremolques - Tomas de suministro a auto-tanques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Válvula de exceso de flujo marca Rego modelos A3292B y A3262C.
Válvulas de no retroceso		<ul style="list-style-type: none"> - Indicador visual de flujo tipo no retroceso, marca Rego modelo A7794. - Válvula de no retroceso marca Rego modelo A3176.
Válvulas de globo y de bola de operación manual.	<ul style="list-style-type: none"> - Tomas de recepción de semirremolques - Tomas de suministro a auto-tanques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Presión de trabajo: 28 kg/cm² - Material: Acero
Válvula automática de retorno (bypass)	<ul style="list-style-type: none"> - Tomas de suministro a auto-tanques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Válvula bypass de presión diferencial y con capacidad de 22 m³/min.
Válvula automática doble no retroceso (pull-away)	<ul style="list-style-type: none"> - Tomas de recepción de semirremolques - Tomas de suministro a auto-tanques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Válvulas automáticas doble no retroceso (Pull Away).

En el anexo H e I, se adjunta la memoria técnico descriptiva y plano del proyecto mecánico respectivamente.

II.13. Sistemas de desfogues.

Los sistemas de desfogues que se encuentran las instalaciones de la planta, tienen como objetivo permitir que los gases y/o líquidos que provocan el exceso de sobrepresión de equipos a ser descargados inmediatamente a un sistema de menor presión para ser evacuada en forma segura.

Para ello se tiene tres tipos de sistemas de relevo:

- a) **Abierto:** en este sistema la masa relevada entra en contacto directo con la atmósfera al ocurrir el desfogue. Lo que caracteriza estos sistemas es que la sustancia relevada no reacciona químicamente con el aire, ni forma mezclas explosivas o inflamables.
- b) **Cerrado:** el sistema cerrado consiste en un cabezal y ramales, a los cuales se integra la descarga de diversos equipos y cuyo desfogue va principalmente a un quemador.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

- c) **Recuperativo:** dicho sistema recolecta el fluido relevado y es conducida a través de cabezales de desfogue hacia unidades o equipos donde las sustancias son retornadas para su disposición final.

Dentro de los principales sistemas de desfogue localizados en la planta de distribución se encuentran y son principalmente de tipo “Abierto”.

Válvulas de seguridad o alivio de presión

Tabla II. 8: Sistemas de desfogues

Localización/tipo	Descripción
Tomas de recepción de semirremolques	- Válvulas de relevo hidrostático con presión de operación de 28.01 kg/cm ² .
Tomas de suministro a auto-tanques	
Recipientes de almacenamiento.	<ul style="list-style-type: none"> - Dos válvulas, multiport bridadas marca Rego modelo A8574G de 101 mm (4”) de diámetro, cada una con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149G de 64 mm (2 ½”) de diámetro, con capacidad de 294 m³/min, cada una cuenta con punto de fractura y cuentan con tubo de descarga de acero cédula 40 de 76 mm (3”) de diámetro y de 2.00 m de altura. - Válvulas de máximo llenado 90% y 85% marca Rego modelo 3165.

En el anexo H e I, se adjunta la memoria técnico descriptiva y plano del proyecto mecánico respectivamente.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN	
	Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH		
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

II.14. Sistemas de instrumentación.

La planta de distribución de Gas L.P. cuenta con sistema de medición y control en sus diferentes áreas las cuales se describen a continuación:

Tabla II. 9: Sistemas de instrumentación

Área	Elemento	Descripción Y Características
Tomas de suministro a auto-tanques	Manómetro	Manómetro de 0-21 kg/cm ² , y caratula de 64 mm.
	Medidor volumétrico	Marca: Neptune
	Indicador de flujo	--
Recipiente de almacenamiento	Indicador de nivel de líquido tipo rotatorio	Marca: Rego Modelo A9095RS Diámetro: 25.4 mm
	Manómetro	Marca: EVA Rango de operación: 0-21 kg/cm ² . Diámetro: 6.4
	Termómetro	Marca: Rochester Rango de operación: -50 a 50°C. Diámetro: 12.7 mm
Muelle de llenado de recipientes transportables	Medidor másico	Marca: Neptune

Se adjunta en el anexo H e I la memoria técnico descriptiva y plano del proyecto mecánico, respectivamente.

II.15. Sistema contra incendio.

La planta de distribución cuenta con el siguiente equipamiento que, conforman el sistema contra incendio:

Tabla II. 10: Equipo del sistema contra incendio

Elemento	Descripción	
Extintores portátiles	Extintores como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tienen instalados extintores de polvo químico seco portátiles de tipo ABC de 9 kg de capacidad cada uno, en los lugares siguientes y a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.20 metros medidas del piso a la parte más alta del extintor.	
	Área de localización	
	Muelle de llenado	Cantidad 4
	Estacionamiento de vehículos de reparto	4
	Tomas de recepción	2
	Tomas de suministro	2
	Cuarto de bombas (E.C.I.)	1
	Oficina y wc	1
	Zona de almacenamiento	1
	Tablero eléctrico	2
	Zona de almacenamiento	1
Salida de emergencia	1	



Elemento	Descripción
	Extintor de carretilla: se cuenta con un extintor de carretilla con capacidad de 50, kg, de polvo químico seco, el cual se encuentra localizado en la zona de almacenamiento.
Equipos de protección	Se cuenta con dos trajes de bombero para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio, guardados dentro de un gabinete.
Manejo de agua a presión	<p>Tanque cisterna de seguridad: la planta cuenta con una de capacidad de 60 m³ de agua con las siguientes medidas: diámetro 3.90 x 4.89m. este recipiente es un cilindro vertical, su llenado se hace por medio de pipa de agua.</p> <p>Bombas contra incendio: se cuenta con dos bombas marca Aurora modelo 340, una con motor eléctrico de 50 C.F. y gasto de 3,500 L.P.M. a 7 kg/cm² y otra con motor de combustión interna de 42 C.F. y gasto 1,750 L.P.M. a 7 kg/cm².</p> <p>Hidrantes: se cuenta con 3 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables.</p> <p>Red distribuidora: El recipiente cuenta con dos tubos paralelos para rociado ubicado simétricamente sobre este de un diámetro de 51 mm. El rociado se hace por boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de los tubos. Las boquillas de rociado son marca Spraying Systems tipo recto de 13 mm (1/2") y gasto de 29.5 LPM c/u.</p>
Sistema de alarma	La alarma instalada es del tipo sonoro claramente audible en el interior de la planta, opera con corriente eléctrica CA 127V.

Se adjunta en el anexo H e I la memoria técnico descriptiva y plano del proyecto mecánico, respectivamente.



	GAS EL SOB RANTE, S. A. DE C. V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

II.16. Civil y estructural.

La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. considera los siguientes elementos como parte de la infraestructura necesaria para llevar a cabo las actividades propias al giro comercial de esta.

Urbanización de la planta: las áreas destinadas para la circulación interior de los vehículos cuentan con las pendientes apropiadas para desalojar el agua de lluvia y cuenta con pendiente natural adecuada para este mismo fin, todas las demás áreas libres dentro de la planta se mantienen limpias y despejadas de materiales combustibles, así como de objetos ajenos a la operación de la misma. El piso dentro de la zona de almacenamiento es de concreto y cuenta con un declive del 1% para evitar el estancamiento de las aguas pluviales en esta área.

Bardas o delimitación del predio: el terreno que ocupa la planta de distribución se tiene delimitado con barda de block de 3 m de altura por el lindero norte (lado que ve a la carretera), por los linderos oeste, sur y este, se cuenta con malla ciclónica de 2 m, posteriormente se cuenta con terreno por el lado norte que se utiliza como área de circulación para acceso a la planta.

Accesos: por el lindero norte del terreno se cuenta con puerta de acceso de 10.00 m de ancho usada para entrada y salida de personas y vehículos, también se cuenta con una segunda puerta de 7.00 m por el lindero oeste y junto a la oficina, para salida de emergencia, las puertas son en su totalidad metálicas con orificios circulares que permitan el paso del aire.

Zonas de protección: la zona de protección de la zona de almacenamiento es con muretes de 60 cm de alto y 20 cm de ancho, las tomas de recepción y suministro y el muelle de llenado se encuentran sobre plataforma con diferentes alturas (para las tomas la altura es de 60 cm y para el muelle es de 1.30m), el piso es de concreto con recubrimiento de 20 cm de altura, las bombas para el suministro y muelle de llenado, se encuentran dentro de la zona de almacenamiento, mientras que el compresor para la descarga de los semirremolques que se encuentra en la isla de recepción, cumplen con las distancias mínimas reglamentarias señaladas en la norma para las zonas de protección.

Bases del recipiente de almacenamiento: las bases que sustentan al recipiente de almacenamiento, están construidas con un diseño convencional basándose en muros rectangulares de concreto armado. Para el diseño de las bases usaremos 5.0 ton/m², menos que la capacidad de carga obtenida en el estudio de mecánica de suelos pero que nos garantiza amplio margen de seguridad y asegura la estabilidad del recipiente de almacenamiento.

Las silletas donde se coloca el recipiente de almacenamiento, permiten el libre desarrollo de los movimientos de contracción y dilatación, se colocaron silletas sobre las bases de concreto teniendo oficio oval para que haya posibilidad de desarrollar sus movimientos.

Muelle de llenado: se localiza por el lado norte de la zona de almacenamiento y separado de esta por una distancia de 7.00 m del recipiente, está construido en su totalidad de material incombustible, siendo su techo de lámina galvanizada sobre estructura metálica y



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V .	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN	
	Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH		
ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023		NO. DE VER. 01

soportando columnas de concreto, su piso es de relleno de tierra con terminación de concreto; su piso es de relleno de tierra con terminación de concreto, contando este en sus bordes con protección de ángulo de fierro y topes de hule para evitar su destrucción y la formación de chispas causadas por los vehículos que tienen acceso al mismo.

Zona de revisión de recipientes transportables: dicha área es de 9.00 x 6.00 = 54 m², en la revisión no se utiliza carda para la limpieza de los recipientes, además el área de sellado de los recipientes transportables una vez que fueron llenados se realiza fuera del muelle de llenado y en el interior de la planta.

Área de recipientes transportables dañados: por el lindero suroeste de la planta junto al límite de la misma, se localiza una plataforma de concreto de 30 cm de alto y con protección de postes de 101 mm no separados más de 1 m y enterrados 90 cm ahogado en concreto sobresaliendo 60 cm como medio de protección contra impacto, el área que ocupa de 9 m².

Servicios sanitarios: en la parte noroeste del terreno de la planta se encuentra localizados los servicios sanitarios para operadores, los cuales cuenta con 2 tazas, una regadera, 2 lavabos y un mingitorio largo, mismos que están contruidos en su totalidad con materiales incombustibles.

El drenaje de aguas negras está construido por medio de tubos de concreto de 0.15 metros de diámetro, con una pendiente de 2% a fosa séptica, la cual está construida en tres secciones siendo estas, cámara de fermentación, cámara de oxidación y pozo de absorción, todos los materiales empleados en la construcción de la fosa son incombustibles, los servicios cuentan con pisos impermeables y antiderrapante, los muros están contruidos con materiales impermeables y antiderrapantes, los muros están contruidos con materiales impermeables hasta una altura de 1.50 metros para su fácil limpieza.

II.17. Rutas de traslado de los materiales de alto riesgo: descripción de la ruta habitual y en su caso de las rutas alternativas.

Puntos de suministros

Tabla II. 11: Enlistado de rutas zona Madera

Día	Localidad	Colonia	Unidad
Miércoles	Gómez Farías	Gomez Farias 1, Chi (Poblado)	90 Y 137 Pipas
Jueves	Ej.El Largo	Cp. 31956 Chihuahua (Poblado)	90 Y 137 Pipas
Según Cliente	Madera	Campamento Huapoca Cp. 31957	129 Pipa
Lunes O Miércoles	Zaragoza	Cp. 31920 Poblado	90 Y 137 Pipas
Viernes	Ruta Santo Tomas	Cp. 31683 Chih (Poblado), Abarca Localidades Como: Yepomera, Los Leones, La Concha, Temosachic, Matachi.	308 Cilindrera 90 Y 137 Pipas
Según Cliente	Cocomorachi Chih.	Cp. 31986 Chih	308 Cilindrera



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Día	Localidad	Colonia	Unidad
Según Cliente	Nicolas Bravo Chih.	Cp. 31955, Chih.	308 Cilindrera
De Lunes A Sabado	Madera Chih.	Cd. Madera Chihuahua (Poblado)	129 Pipa 342 Cilindrera

Tabla II. 12: Estaciones suministradas en zona

Día	Localidad	Nombre Estación	Dirección	Unidad
Martes Y Sábado	Madera Chihuahua	Carburación Centro	Calle Internacional Y Séptima S/N, Col. Internacional	90 Y 137 Pipas
Martes Y Sábado	Madera Chihuahua	Carburación Norte	Calle 5 Y Felix U. Gómez En Esquina. Col. Centro	90 Y 137 Pipas



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

**INSTALACIONES EN OPERACIÓN
(ARSH)**

CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DEL PROCESO



GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de
Distribución

Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

III.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

La Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. desarrolla un proceso relativamente simple, debido a que en este no se involucran 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, limitando a realizar el manejo del GLP a través de operaciones de trasiego. Este sistema se considera como el conjunto de tuberías, válvulas, equipo y accesorios para transferir Gas L.P. construido para quedar instalado, permanentemente en la Planta de Distribución de Gas L.P. Dicho sistema inicia en las válvulas colocadas en los coples del recipiente de almacenamiento y termina en la punta de las mangueras de las tomas de recepción, suministro, tal como se establece en el numeral 3.59 de la NOM-001-SESH-2014.

Además, conforme a lo anterior y de acuerdo con lo señalado en los numerales 2.2.3.1, 2.2.3.2, 2.2.3.3, 2.2.3.4 y 2.2.3.6 de las *Disposiciones administrativas de carácter general en materia de transporte y distribución por medios distintos a ductos, expendio mediante estación de servicio para autoconsumo y expendio al público de gas licuado de petróleo*, expedidas por la Comisión Reguladora de Energía el 22 de enero de 2019 en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la actividad de distribución de Gas L.P., objeto del permiso descrito, se resume en el siguiente diagrama:

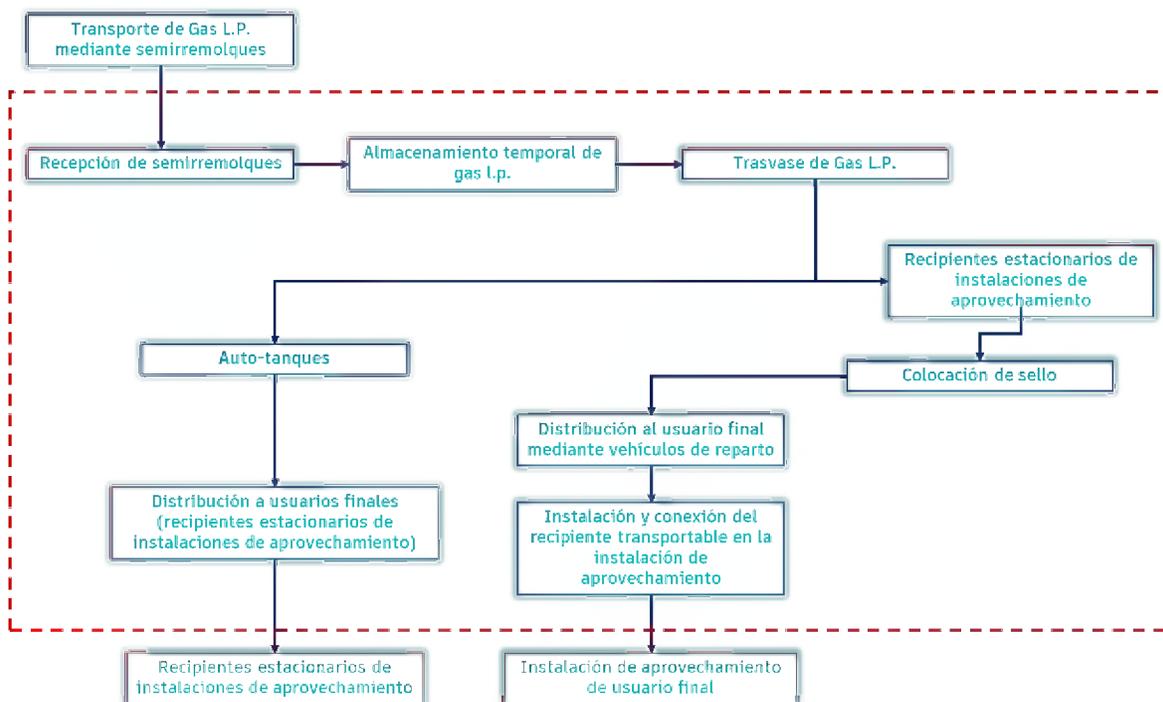


Figura III. 1: Delimitación de la actividad de la Planta de Distribución de Gas L.P.

El proceso operativo de la instalación inicia con la descarga de Gas L.P. que se encuentra contenido en el semirremolque que arriba a la instalación para posteriormente realizar la guarda temporal de Gas L.P. por medio de recipientes de almacenamiento, para posteriormente ser trasegado a auto-tanques y recipientes transportables para el

	GAS EL SOB RANTE, S. A. D E C. V.	
	ISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN mis . LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

suministro a usuarios finales mediante la conexión de recipientes transportables y al llenado de recipientes estacionarios.

Las principales áreas donde se maneja dicho combustible son las siguientes:

- ✓ **Toma de recepción (1) de semirremolques mediante un compresor:** se cuenta con una toma para la descarga de gas l.p de los semirremolques y trasegarlo hacia el recipiente de almacenamiento a través de un compresor marca Corken modelo 490. En la toma se cuenta con dos líneas de gas líquido y una de gas vapor. En las líneas de gas líquido se cuenta con válvulas de relevo hidrostática, válvulas de globo recta e indicador visual de flujo tipo no retroceso marca Rego modelo A7794. Mientras que en la línea de gas-vapor se cuenta con válvulas de globo, válvula de exceso de flujo marca Rego modelo A3292B y su respectiva válvula de control remoto neumática. En cada salida de las líneas se cuenta con válvulas pull away y sus respectivas mangueras de neopreno especiales para gas l.p. con terminal de válvula con acoplador.
- ✓ **Zona de almacenamiento integrada por un recipiente, con capacidad de 250,000 litros al 100% de agua:** dentro de esta zona se halla un recipiente de almacenamiento de gas l.p. tipo cilíndrico horizontal de capacidad de 250,000 litros al 100% de agua, marca TATSA, con una presión máxima de diseño de 14.06 kg/cm². Dicho recipiente cuenta con su sistema de seguridad, instrumentos de medición (presión, nivel, temperatura), así como sus conexiones de tubería con las demás áreas de trasiego.
- ✓ **Toma de suministro de auto-tanque (1) mediante bomba 1:** para la toma de suministro de auto-tanque, se cuenta con una línea de gas – líquido, dicha línea cuenta con válvula de bola, válvula de relevo hidrostáticos y el medidor volumétrico. En la salida de la línea se cuenta con válvula pull away y su respectiva manguera de neopreno especial para gas l.p. con terminal de válvula con acoplador.
- ✓ **Muelle de llenado de recipientes transportables mediante bomba 2:** en el muelle de llenado se cuenta con 4 llenaderas, las cuales con una báscula de llenado. La tubería que suministra de gas l.p. a cada una de las llenaderas es de acero al carbón A/AS-53-B o A/AS-106B cedula 80 sin costura para alta presión de 51 mm de diámetro con conexiones roscadas de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 140-210 kg/cm².
- ✓ **Flotilla de auto-tanques y de vehículos de reparto:** la empresa cuenta con una flotilla de auto-tanques que operan bajo el permiso LP/14469/DIST/PLA/2016, para la operación de trasiego a recipientes estacionarios de los usuarios finales, cada auto-tanque cuenta con un carrito eléctrico de manguera de 25.4 mm (1”) con terminación con acoplador de llenado y válvula de cierre rápido de nariz corta de 19.05 mm (3/4”). Además, de un medidor Neptune de 38 mm (1 1/2”) con registro electrónico Ri505 Pegasus que previo al sistema de manguera cuenta con válvula solenoide 1” (25.4 mm) y válvula de globo de 1” (25.4 mm).



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Para realizar la distribución y venta de gas l.p. la empresa cuenta con una flotilla de 3 auto-tanques de las siguientes capacidades 12,500L, 17,000L y 12,900L al 100% de agua, dichos vehículos registrados ante la Comisión Reguladora de Energía (la comisión).

Asimismo, se cuenta con la distribución por medio de vehículos de reparto que conlleva el traslado de gas l.p. a los puntos de venta – usuarios finales y donde se realiza la conexión de los recipientes transportables en las instalaciones de aprovechamiento del usuario final. La empresa cuenta con una flotilla de 2 vehículos de reparto para trasladar recipientes transportables.

Procedimiento de recepción de semirremolques en las tomas de recepción.

- ✦ Al inicio de turno el personal de descarga revisa el espacio disponible de los tanques de almacenamiento y lo registra.
- ✦ Al llegar a la instalación, el semirremolque se dirige a la toma de recepción, donde es recibido por el personal operativo. El operador revisa el porcentaje del nivel a través del dispositivo instalado en el semirremolque para enterarse de la cantidad de GLP contenido en este; también se cerciora de la presión del recipiente, con los dispositivos de medición instalados en el vehículo.
- ✦ Indica al chofer del semirremolque donde debe estacionarse y verifica que la unidad esté totalmente detenida, con el motor apagado y el freno de estacionamiento colocado (queda prohibido encender el motor y/o algún equipo electrónico arriba del auto-tanque durante toda la operación).
- ✦ Verifica el tipo de gas que contiene el remolque – tanque y
- ✦ Toma la lectura en por ciento del contenido, así como de la presión y la temperatura 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 abre la válvula de la manguera, así como la de la unidad.
- ✦ Acopla la manguera de vapor, que está conectada a la tubería de color amarillo, abre la válvula tanto de la manguera como de la unidad.
- ✦ Abre las válvulas tanto de líquido como de vapor del recipiente y verifica que no haya fugas en la instalación.
- ✦ En la línea del tanque hasta la toma de recepción de los remolque-tanque se abren las válvulas correspondientes. Debe cerciorarse que las válvulas no permanezcan cerradas.
- ✦ Purga el líquido condensado en la trampa de líquido del compresor.
- ✦ Acciona el interruptor que pone a funcionar el compresor por medio de su motor eléctrico.
- ✦ Durante la operación de descarga, el operador por ningún motivo se retira de la toma de recepción 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.
- ✦ Al término de la descarga, cambiar posición de las válvulas de 4 vías de la bomba para recuperar vapor, el descargador apaga el motor del compresor.
- ✦ Cierra las válvulas de líquido de las mangueras, así como del remolque-tanque y las retira de la unidad.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

- ✦ Se cierra 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.
- ✦ Informa al chofer que la unidad ha sido descargada y puede retirarse.

Procedimiento de llenado de auto – tanques de la toma de suministro.

- ✦ El chofer estaciona el auto-tanque en la toma de 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.
- ✦ Coloca 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.
- ✦ Oprime el botón energizado del motor de la bomba.
- ✦ 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.
- ✦ Al término de la carga, se para la bomba, se cierran todas las válvulas que intervinieron en el proceso, se desconectan todas las mangueras y la conexión a tierra.
- ✦ Retira las calzas de las llantas del auto-tanque y letreros preventivos. Revisará en todo su alrededor la unidad, haciendo hincapié que en la toma no existan fugas.
- ✦ El operador da aviso al chofer para que retire la unidad y la estacione en el lugar asignado a dicho auto-tanque.

Procedimiento de llenado de recipientes transportables en el muelle de llenado:

- ✦ El vigilante permite el acceso al interior de la planta a los camiones repartidores de gas doméstico. El chofer del vehículo se estaciona en el andén, apaga el motor, radio, luces y otros accesorios, y descarga los recipientes vacíos.
- ✦ Posteriormente el personal de llenado selecciona los recipientes a fin de detectar anomalías o desperfectos en los mismos; aquellos que presenten daños en la

	GAS EL SOB RANTE, S. A. D E C. V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

base, espiga, capuchón o indicios de corrosión se separan y son enviados al fondo de reposición de recipientes transportables.

- ✚ Los recipientes transportables que se encuentran en buenas condiciones pasan al área de llenado,
- ✚ No golpear ni rodar horizontalmente los cilindros, para evitar que produzcan chispas y prolongar su vida útil.
- ✚ Una revisión constante de las básculas eliminara la posibilidad de fallas en el llenado, como sobrellenado, la verificación de la exactitud se hace por medio de las pesas patrón.
- ✚ Posteriormente los cilindros son colocados en su báscula respectiva, se enrosca la llenadera y abre la válvula.
- ✚ Indicar al personal asignado que cilindros no han sido llenados correctamente, para que lo corrijan.
- ✚ Tarar cuidadosamente los cilindros que carezcan de tara.
- ✚ Comprobar que no existen fugas en la válvula y en el cuerpo del cilindro antes, durante y al finalizar el llenado.
- ✚ Cuando alcanza el peso deseado, la válvula se cierra automáticamente, pasan al área de carga, para estibarlos en el camión repartidor.
- ✚ Finalmente sale de la *instalación* para realizar el reparto domiciliario.

Procedimiento de instalación y conexión de recipientes transportables al usuario final.

- ✚ Colocar el recipiente portátil o recipiente transportable sujetos a presión, donde el usuario final le indique.
- ✚ Llevar a cabo la conexión de los recipientes portátiles o recipientes transportables sujetos a presión a la instalación de aprovechamiento del usuario final, a menos que éste disponga lo contrario.
- ✚ Como parte del servicio que presta el distribuidor, cuando detecte que las instalaciones de aprovechamiento de los usuarios finales no se encuentren en condiciones adecuadas para suministrar Gas L.P., lo hará del conocimiento del usuario final de forma inmediata, a efecto de que atienda o dispuesta en las normas oficiales mexicanas aplicables. En caso de persistir las condiciones observadas por el distribuidor, éste deberá negar la prestación del servicio dando aviso de ello por escrito al usuario final.

Procedimiento de suministro a recipientes fijos (recipientes estacionarios).

Previo al suministro de Gas L.P. a recipientes estacionarios, el operador del auto-tanque deberá realizar lo siguiente:

- ✚ En caso de ser un recipiente nuevo, purgar válvula de servicio, cuidando que la purga arroje aire y no Gas L.P.
- ✚ En caso de ser un recipiente usado y vacío, picar con el dedo el interior de la válvula de llenado para ver si no sufre resistencia, si existe resistencia, el recipiente aun contiene gas a presión.
- ✚ Colocar calzas en las llantas del vehículo.
- ✚ Apagar todo elemento eléctrico, radio, luces, motor, etc. del vehículo.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Llenado directo:

- ✚ El ayudante debe tomar la manguera y halar hasta el recipiente.
- ✚ Se debe realizar el desplazamiento de la manguera, por medio de una cuerda, a la intemperie y por lugares seguros sin atravesar habitaciones o lugares ocupados por el público. Se debe evitar el roce del pretil en todo momento y ninguna manguera debe subir más de 7 metros.
- ✚ Quitar el tapón de la válvula de llenado del recipiente estacionario y confirmar que se encuentre limpio y sin objetos que impidan su correcta conexión.
- ✚ Oprimir el “check” en caso de que no exista una conexión uniforme se coloca un adaptador de seguridad y enseguida la manguera.
- ✚ Enseguida se abren la válvula de la manguera y la válvula de cierre rápido a la salida del recipiente del autotanque para comenzar con el bombeo de gas de forma gradual hasta fijar el control remoto en las revoluciones que deba trabajar la bomba, el llenado no debe exceder el 85% de la capacidad del recipiente estacionario.
- ✚ Si el recipiente tiene medidor de flotador, el ayudante vigilará su manecilla y abrirá intermitentemente la válvula de máximo llenado.
- ✚ Una vez que se finaliza el llenado del recipiente estacionario, se desacelera por completo la bomba de llenado, y se cierra la válvula de corte del autotanque.
- ✚ Cerrar la válvula de llenado del recipiente fijo y asegurarse de que no existan fugas.
- ✚ Retirar y enrollar la manguera en el carrete del autotanque.

Suministro por medio de línea de llenado:

- ✚ El ayudante debe tomar la manguera y halar hasta el recipiente.
- ✚ Se debe realizar el desplazamiento de la manguera, por medio de una cuerda, a la intemperie y por lugares seguros sin atravesar habitaciones o lugares ocupados por el público.
- ✚ Abrir la válvula de volante de la toma y oprimir el “check” de la válvula de llenado del recipiente fijo para asegurarse de que la línea no tiene fuga, asimismo se tiene que constatar que la válvula en el tubo de purga en la línea de llenado se encuentre cerrada.
- ✚ Conectar la manguera (no se necesita adaptador de seguridad) y abrir la válvula de corte de la manguera.
- ✚ Si se usa línea de retorno de vapores el chofer debe conectar esta misma línea a las válvulas correspondientes, una vez hecho esto se abrirán todas las válvulas del sistema de retorno de vapores antes de iniciar el bombeo.
- ✚ Una vez que se revisa la conexión manguera-recipiente se encuentre bien unida y la válvula de corte cerrada, se da inicio al bombeo de gas como se explicó anteriormente.
- ✚ Una vez que se finaliza el llenado del recipiente estacionario, se desacelera por completo la bomba de llenado, y se cierra la válvula de corte del auto-tanque.
- ✚ Cerrar la válvula de llenado del recipiente fijo y asegurarse de que no existan fugas.
- ✚ Retirar y enrollar la manguera en el carrete del auto-tanque.

A continuación, se incluye el diagrama de bloques del proceso operativo que se desarrolla en la Planta de Distribución de GLP propiedad de Gas El Sobrante S.A. de C.V.



Diagrama de Bloques de la Planta de Distribución de Gas L.P.

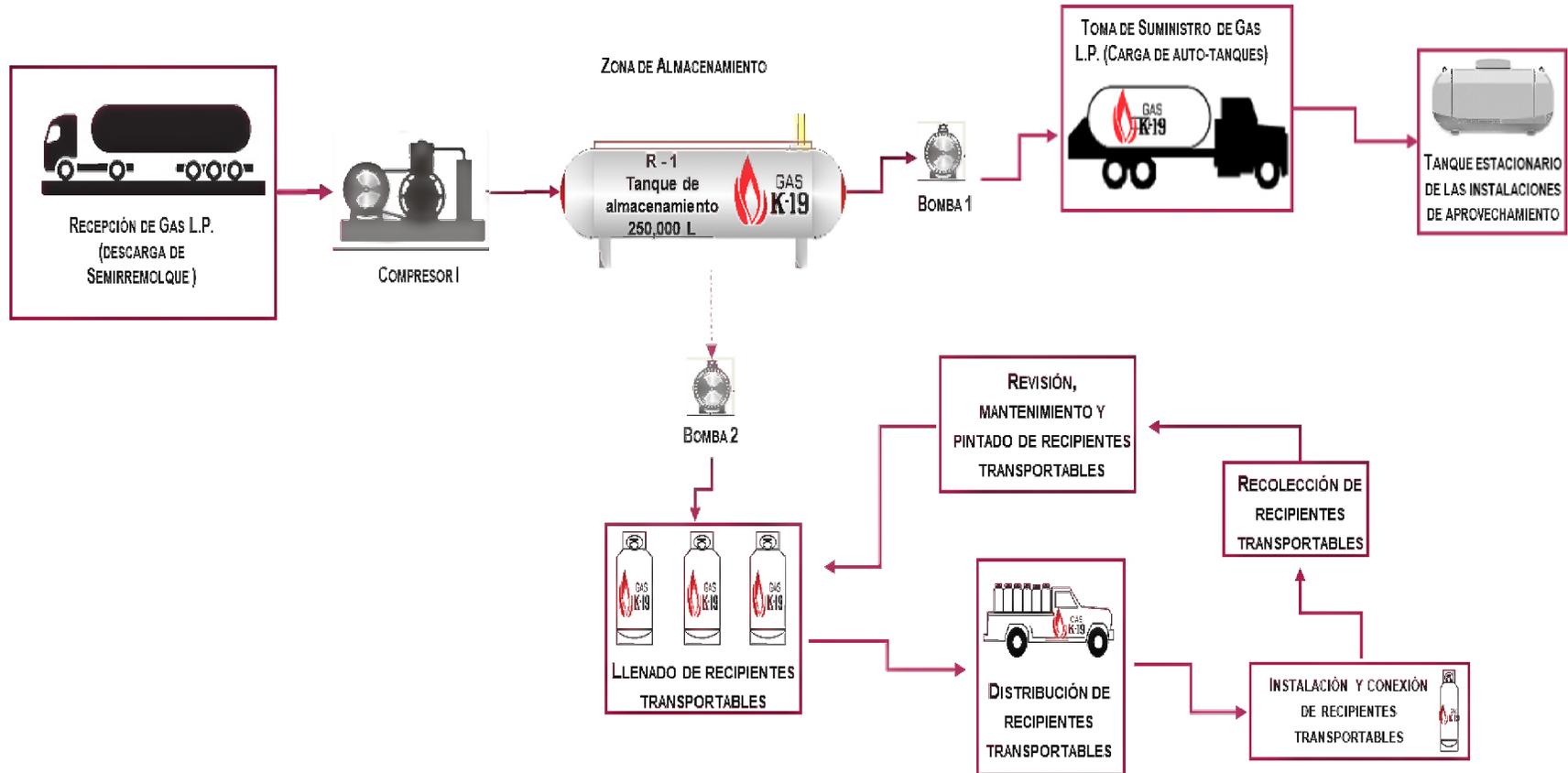


Figura III. 2: Diagrama de bloques de la Planta de Distribución de Gas L.P.

III.2. MATERIAS PRIMAS, PRODUCTOS Y SUBPRODUCTOS MANEJADOS EN EL PROCESO.

La materia prima que es utilizada para la operación de las instalaciones es 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.

- Propiedades químicas del Gas L.P.

El Gas L.P. 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.

	GAS EL SOB RANTE, S. A. DE C. V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

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

- **Propiedades físicas del Gas L.P.**

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.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

En la planta de distribución de Gas L.P. las operaciones se limitan al trasiego de gas, es decir el trasvase de gas de un recipiente a otro mediante accesorios adecuados, por lo que se puede decir que las actividades realizadas en la instalación son simples y relativamente sencillas, además de que en ningún a etapa del proceso no existen reacciones químicas y por lo tanto no cabe posibilidad de generar productos o subproductos, ya que le proceso operativo solamente se limita a la transferencia de Gas L.P., por lo que dicho trasvase contempla como materia prima única y exclusivamente el Gas L.P.

El gas que se encuentra “contenido” en la tubería se encuentra en estado líquido debido a la presión que sobre él se ejercerá, aproximadamente de 7.0 kg/cm². Cuando el número de moléculas que se libera del líquido sea igual al gas que regresa, se dice que la fase líquida y gaseosa están en equilibrio.

La Planta de Distribución de Gas L.P. cuenta con una capacidad de almacenamiento de **250,000 litros de volumen agua al 100%, equivalente a 147,955**, almacenados en un **recipiente** de almacenamiento del tipo intemperie – cilíndrico horizontal, cuya capacidad **rebasa la cantidad de reporte que es de 50,000 kg de acuerdo al Segundo Listado consideradas como Altamente Riesgosas**, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 04 de mayo de 1992.

A continuación, se presenta un resumen de las características técnicas más importantes del Gas L.P., empleado en las instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V.

Tabla III. 1: Características del manejo de Gas L.P.

Nombre Químico de la sustancia (IUPAC)	Gas Licuado de Petróleo				
No. CAS	68476-85-7				
Riesgo químico	C	R	E	T	I
	-	0	-	1	4
Flujo en m ³ /h o millones de pies cúbicos estándar por día (MPCSD)	El flujo de operación				
Concentración (Composición de la mezcla en volumen)	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				



Nombre Químico de la sustancia (IUPAC)		Gas Licuado de Petróleo															
Capacidad total	Máxima de proceso (Ton/día)	La planta cuenta con elementos para la medición del flujo másico en las tomas de suministro y muelle de llenado. Sin embargo, para el presente estudio no se proporcionó la información relacionada al registro de las mediciones.															
	Máxima de transporte (Ton/día)	<p>La actividad que realiza la empresa es la distribución para lo cual cuenta con un parque vehicular de 3 auto-tanques. a continuación, se presentan las capacidades de los auto-tanques al 100% de su contenido.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Capacidad (L)</th> <th>Toneladas (Ton)</th> <th>No. Unidades</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>12,500</td> <td>7.3977</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>17,000</td> <td>10.0609</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>12,900</td> <td>7.6344</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td colspan="2">3 unidades de auto-tanques</td> </tr> </tbody> </table> <p>La empresa también cuenta con 2 vehículos de reparto donde se distribuyen los recipientes transportables. Respecto a estos vehículos no se proporcionó información del número de recipientes y capacidad con las que son equipados.</p>	Capacidad (L)	Toneladas (Ton)	No. Unidades	12,500	7.3977	1	17,000	10.0609	1	12,900	7.6344	1	Total	3 unidades de auto-tanques	
	Capacidad (L)	Toneladas (Ton)	No. Unidades														
12,500	7.3977	1															
17,000	10.0609	1															
12,900	7.6344	1															
Total	3 unidades de auto-tanques																
Máxima de almacenamiento (Ton)	250,000 litros al 100% agua (147.955 Ton)																
Tipo de almacenamiento		Un recipiente de almacenamiento temporal de GLP, de tipo intemperie, cilíndricos horizontales, especiales para contener GLP. El recipiente 1 almacena 250,000 litros															
Cantidad de reporte en el listado de actividades altamente riesgosas		50,000 kg de acuerdo con el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas.															

La materia prima para la operación de la 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.

A continuación, se anexa la respectiva hoja de datos de seguridad del Gas L.P.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

III.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN.

III.3.1 Balance de materia

Un balance de materia y energía se basa en los principios de conservación de la materia y la energía, asimismo sirve para determinar los flujos de las diversas corrientes 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.

Como ya se mencionó anteriormente, la principal variación será sobre las variables de proceso (presión y temperatura), así como el estado en el que se encuentre, por o que la composición de la mezcla (butano y propano) se mantendrá igual en todas las fases del proceso.

Dentro de las principales corrientes que se tienen en la instalación son:

- Líneas de recepción de semirremolques.
- Líneas de suministro a auto – tanques.
- Líneas de suministro a múltiple de llenado

Entre los principales equipos de proceso se encuentran:

- Recipiente de almacenamiento de gas l.p. 1 con capacidad de 250,000 litros al 100% de agua.
- Compresor de descarga de semirremolques (1).
- Bomba de suministro a auto-tanques (1)
- Bomba de suministro a múltiple de llenado (2)

III.3.2 Temperaturas y presiones de diseño y operación

El proceso operativo que se lleva a cabo en la Planta de Distribución de Gas L.P. implica únicamente operaciones de trasiego, es decir, el trasiego de gas l.p. de un recipiente a otro, sin necesidad de alterar su composición o modificar las propiedades de este, por lo que no se involucran reacciones químicas u operaciones unitarias.

El almacenamiento de gas l.p. en los recipientes se lleva a cabo a temperatura ambiente y a una presión superior a la atmosférica que oscila en un rango de 6 a 10 kg/cm². Es importante considerar que, en el caso de los recipientes de almacenamiento, al interior de este se encuentra en equilibrio tanto la fase líquida como la fase vapor del GLP, y según la curva de saturación presión - temperatura, 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 (Figura III.1).

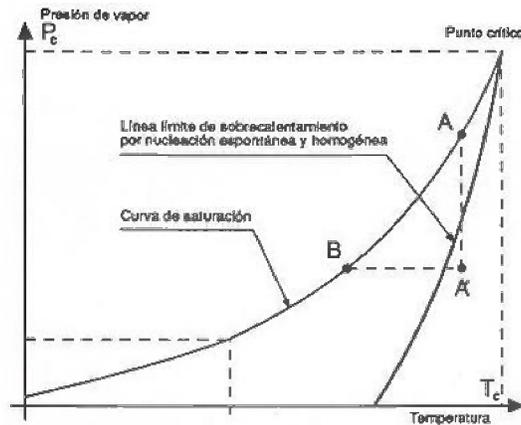


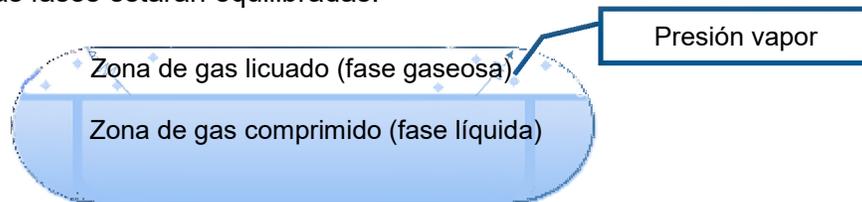
Figura III. 3: Curva de saturación presión - temperatura

Por lo que a medida que aumente la temperatura, aumentará la presión de equilibrio, hasta alcanzarse el punto crítico, a partir del cual solo será 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 conseguirá su licuefacción total, si no que se obtendrá una zona de gas licuado (fase líquida) en la parte inferior de los recipientes, y una zona de gas comprimido (fase gaseosa) en su parte superior. Las presiones de ambas fases estarán equilibradas.

$P = 7.0 \text{ kg/cm}^2$

$T = \text{Atmosférica.}$



El gas l.p. es único entre los combustibles comúnmente usados, que bajo presiones moderadas ($6-9 \text{ kg/cm}^2$) y a temperatura ordinaria, puede ser transportado y almacenado en estado líquido, 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.

De igual manera, en el caso del transporte que se hace del GLP, desde que se recibe mediante semirremolques, hasta su trasiego a los auto-tanques, recipientes transportables y recipientes montados en vehículos automotores se realiza mediante el sistema de trasiego. De forma que las tuberías se encuentran 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 .

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Por lo que básicamente la presión del GLP está en función de la temperatura, por lo que se esperaría un rango de presión de acuerdo a las temperaturas reportadas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Estación Meteorológica número 00008097 “Madera” periodo 1981-2010.

- Temperatura máxima normal (anual): 21.1°C
- Temperatura media normal (anual): 11.1°C
- Temperatura mínima normal (anual): 1.0 °C

Con base en los datos anteriores, se puede calcular la presión en función de la temperatura:

- Presión de vapor en función de la $T_{m\acute{a}x}$: 4.96 bar
- Presión de vapor en función de la T_{med} : 3.70 bar
- Presión de vapor en función de la $T_{m\acute{i}n}$: 2.69 bar

A continuación, se describen las temperaturas y operaciones de las principales corrientes en el proceso.

Tabla III. 2: Condiciones de operación

Condiciones de operación	Líneas de recepción de semirremolques	Líneas de suministro a auto – tanques	Líneas de suministro a llenadoras.	Almacenamiento de gas l.p.
Temperatura de operación	Ambiente	Ambiente	Ambiente	Ambiente
Flujo (LPM)	Alimentación de compresor: 677.51 LPM Descarga de compresores: 677.51 LPM	Alimentación a bombas: 303 LPM Descarga de bombas: 303 LPM	Alimentación a bombas: 303 LPM Descarga de bombas: 303 LPM Llenadoras: 4	---
Presión de operación	7 kg/cm ²	7 kg/cm ²	7 kg/cm ²	8 kg/cm ²

*La temperatura ambiente es la correspondiente a la temperatura media anual de 11.1°C.

III.3.3 Estado físico de las diversas corrientes de proceso.

El trasiego del GLP involucra únicamente la fase líquida y vapor, por variación de presión en función de la temperatura en el proceso (temperatura ambiente).

En la instalación se cuenta con tres corrientes:

- La línea de llenado (el GLP viaja en fase líquida a través de esta tubería) que se identifica en planta por estar pintada de color blanco.
- Línea de retorno de vapores (el GLP se regresa en forma de vapor) y está identificada en planta por el color amarillo ocre.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

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

III.3.3. Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes).

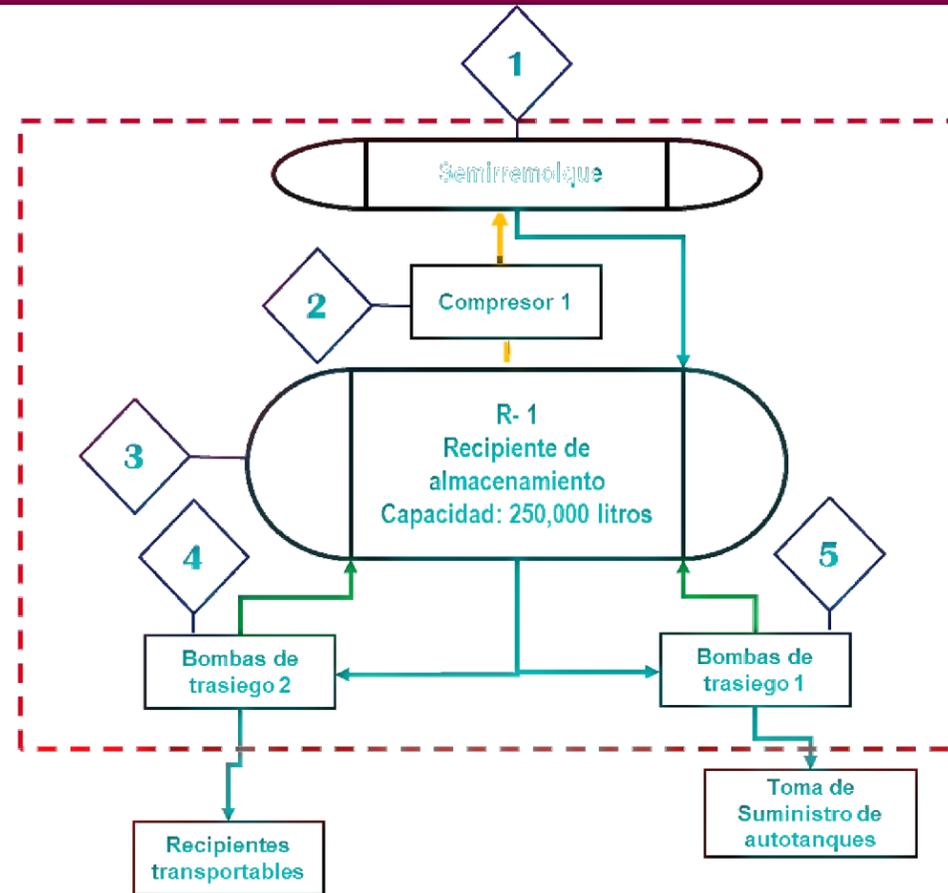
En la Planta de Distribución, no se realiza proceso químico alguno, ya que la operación se limita al almacenamiento y trasiego de Gas LP, dentro de la cual no existe reacción química, aunque si, variación de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura.

El gas l.p solo pasa de un recipiente a otro, es decir, recepción de gas, almacenamiento, recepción de semirremolques, suministro de auto – tanques y llenado de recipientes transportables. Por lo que las características del régimen operativo de la instalación es **semicontinuo**.

A continuación, se anexa el diagrama de flujo con la correspondiente información.



DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO



Variable de proceso/ no. de corriente	1	2	3	4	5
Presión de operación (kg/cm ²)	7-8	7-8	8-10	Pres. dif 5	-
Temperatura de operación (°C)	11.1°C	11.1°C	11.1°C	11.1°C	11.1°C
Flujo (LPM)	---	677.51 LPM	---	303 LPM	303 LPM
Estado	Líquido - vapor	Vapor	Líquido - vapor	Líquido	Líquido

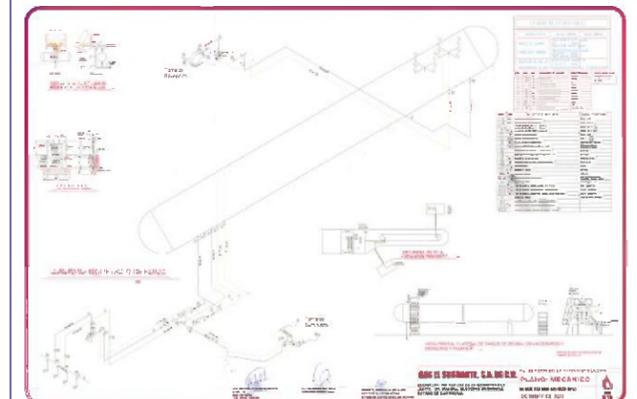


Ubicación

Planta de distribución de Gas LP
 km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Simbología

	Flujo de gas – líquido
	Flujo de gas – vapor
	Flujo de gas – líquido de retorno.
	Delimitación del sistema



Plano de referencia: mecánico

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	13/07/2023	Elaboró: I.Q. Citlalli Martínez Flores Revisó: I.Q. Yazmin Calzeta López Aprobó: I.Q. José Morales Ku		DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

**INSTALACIONES EN OPERACIÓN
(ARSH)**

CAPÍTULO IV DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO



GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de
Distribución

Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

IV.1. ASPECTOS ABIÓTICOS.

IV.1.1 Clima.

El clima que predomina a partir de la presión atmosférica, la temperatura, la precipitación, los vientos y la humedad. De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA), en la zona donde se localizan las instalaciones de la planta de distribución de gas l.p. perteneciente a Gas El Sobrante, S.A. de C.V. presenta un tipo de clima **Semifrío Cb'(w2) x'**, el cual se caracteriza por tener temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del 28% mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5 al 10.2% anual.



Figura IV. 1: Tipo de clima en la zona de localización de la planta de distribución de gas l.p.
Fuente: SIGEIA

IV.1.2. Temperatura.

De acuerdo con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Estación Meteorológica número 00008097 "Madera", localizada a una altura de 2,100.00 msnm con coordenadas 29°11'24" N latitud y 108°08'29" W longitud. De dicha fuente se recabo la información climática para un periodo comprendido entre 1981-2010, la temperatura media anual registrada es de 11.1°C, una temperatura máxima normal de 21.1°C y una temperatura mínima de 1.0°C.

Tabla IV. 1: Temperatura (°C) para el periodo de 1981-2010).

Parámetro	Temperatura °C							
	Mes	Máxima			Media	Mínima		
		Normal	Mensual	Diaria	Normal	Normal	Mensual	Diaria
Enero	13.2	18.9	22.0	3.0	-7.2	-12.0	-25.0	
Febrero	14.6	17.7	25.0	4.6	-5.5	-8.2	-17.0	
Marzo	17.4	20.5	29.0	7.0	-3.4	-6.6	-15.0	
Abril	21.0	24.8	33.0	10.3	-0.4	-2.6	-11.0	
Mayo	25.4	31.5	37.0	14.4	3.3	0.8	-6.0	
Junio	28.9	34.1	40.0	18.5	8.1	5.0	-4.0	
Julio	27.2	32.9	39.0	18.8	10.4	8.1	4.0	
Agosto	26.1	30.9	36.0	18.1	10.0	7.7	5.0	
Septiembre	25.2	30.3	34.0	16.3	7.3	5.1	-3.0	
Octubre	22.1	25.8	30.0	11.7	1.2	-0.7	-11.0	
Noviembre	17.8	21.7	28.0	6.9	-4.1	-6.3	-14.0	
Diciembre	14.1	18.3	24.0	3.3	-7.5	-10.2	-25.0	

Tabla IV. 2: Parámetros climatológicos para el periodo de 1981-2010

Parámetros	MESES												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
# de días con lluvia	4.9	4.8	3.0	2.5	2.7	7.8	17.8	16.8	9.6	4.3	3.6	4.6	82.4
Niebla	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.4	0.7	0.7	1.5	0.1	0.5	4.5
Granizo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.8
Tormenta eléctrica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.4	0.8	0.4	0.1	0.0	0.0	2.2

IV.1.3. Humedad relativa.

Basado en un análisis estadístico de informes climatológicos históricos por hora y reconstrucciones de modelos del 1 de enero de 1980 al 31 de diciembre de 2016 de la base de datos Weather Spark la humedad relativa es de 70%, lo que implica que esta región tenga vastas zonas alpinas y de mucha vegetación.

IV.1.4. Precipitación.

La precipitación en donde se encuentra localizada la planta de distribución de acuerdo con la Estación climatológica número 00008097 "Madera", tiene una precipitación media anual de 1733.2 mm, siendo los días más lluviosos es julio y agosto.

Tabla IV. 3: Precipitación de la zona donde se localiza la planta

Parámetro	Precipitación (mm)		
Meses	Normal	Máxima mensual	Máxima diaria
Enero	50.7	178.1	53.0
Febrero	53.6	178.7	59.0
Marzo	25.7	172.0	60.0
Abril	15.4	76.5	33.0
Mayo	14.2	98.3	32.5
Junio	53.7	154.0	65.5
Julio	153.8	289.5	63.0

Parámetro	Precipitación (mm)		
Agosto	150.9	321.5	53.5
Septiembre	73.8	128.5	54.0
Octubre	40.7	155.0	77.0
Noviembre	37.2	135.5	42.0
Diciembre	63.5	185.0	72.0

Fuente: SMN, Estación meteorológica 00008097 "Madera"

IV.1.5. Vientos dominantes.

De acuerdo a la información obtenida de los datos históricos del periodo 2010-2016 reportados en la Estación meteorológica del INIFAP denominada La Tiznadita ubicada en el municipio de Temósachi (la más cercana a la instalación) y la consulta del Atlas Eólico Mexicano (2013), reportan que los vientos dominantes tienen dirección **Sureste (SE)** y una velocidad promedio de **3 m/s** para un periodo de 1983-2008.

IV.1.6. Presión atmosférica.

Con base a la altura donde se encuentra la planta de distribución de gas l.p. se determinó la presión atmosférica del lugar, donde la altura a nivel del mar donde se encuentra la instalación es de 2,100.00 MSNM, lo cual corresponde a una presión de 785 milibar, o lo que es equivalente a 0.785 bar.

IV.1.7. Edafología

La Edafología estudia la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea. Dentro del área donde se encuentra localizada la planta de distribución de gas l.p. se halla el primer grupo de suelo identificado como Vertisol (VR), el cual se caracteriza por desarrollar vegetación como sabanas, pastizales, matorrales y bosques maderables. Se caracteriza por su alto contenido de arcillas que se expanden con la humedad y se contraen con la sequía.



Figura IV. 2: Tipo de suelo – Edafología

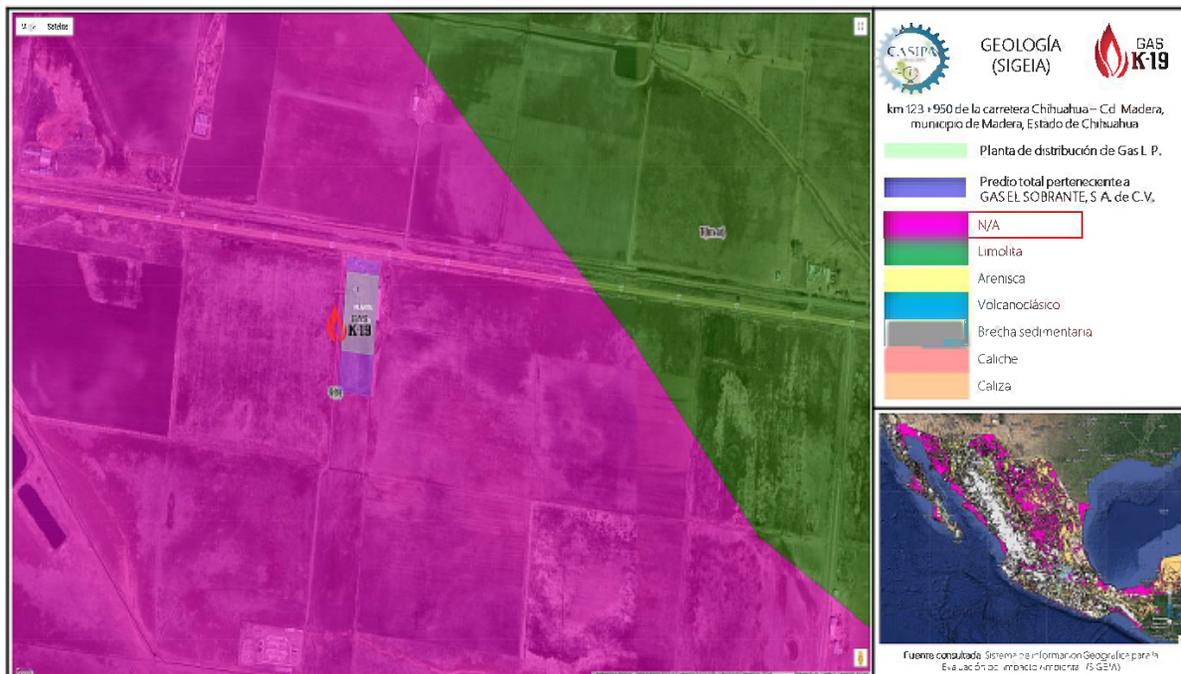
Fuente: SIGEIA, 2023

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

IV.1.8. Geología.

La Geología tiene una importancia fundamental en la prevención y entendimiento de desastres naturales, como inestabilidad de laderas, terremotos, subsidencia, licuación de suelos, tsunamis y erupciones volcánicas, entre otros. También tiene importancia fundamental en la exploración de yacimientos minerales (minería) y de hidrocarburos (petróleo y gas natural), y la evaluación de recursos hídricos subterráneos (hidrogeología). Aporta conocimientos clave en la solución de problemas de contaminación medioambiental y provee información sobre los cambios climáticos del pasado.

La planta donde se localiza la planta de distribución de gas l.p. y de acuerdo con la consulta en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA) no se ha definido el tipo de roca que pudiera hallarse en el sitio.



IV.1.9. Fisiografía.

De acuerdo con la clasificación fisiográfica del Instituto Nacional de Geografía (INEGI, 1997), la superficie del municipio de Madera, Chihuahua se encuentra dentro de la Provincia fisiográfica “Sierra Madre Occidental”, la cual abarca el 43.44% de la superficie estatal, la cual presenta en la zona elevaciones de 1000 a 2500 msnm. Asimismo, se halla la subprovincia fisiográfica denominada “Sierras y llanuras Tarahumaras”, la cual se caracteriza por abarcar el 10.51% del territorio estatal.





Figura IV. 3: Provincia fisiográfica "Sierra Madre Occidental"

Fuente: Mapa digital INEGI

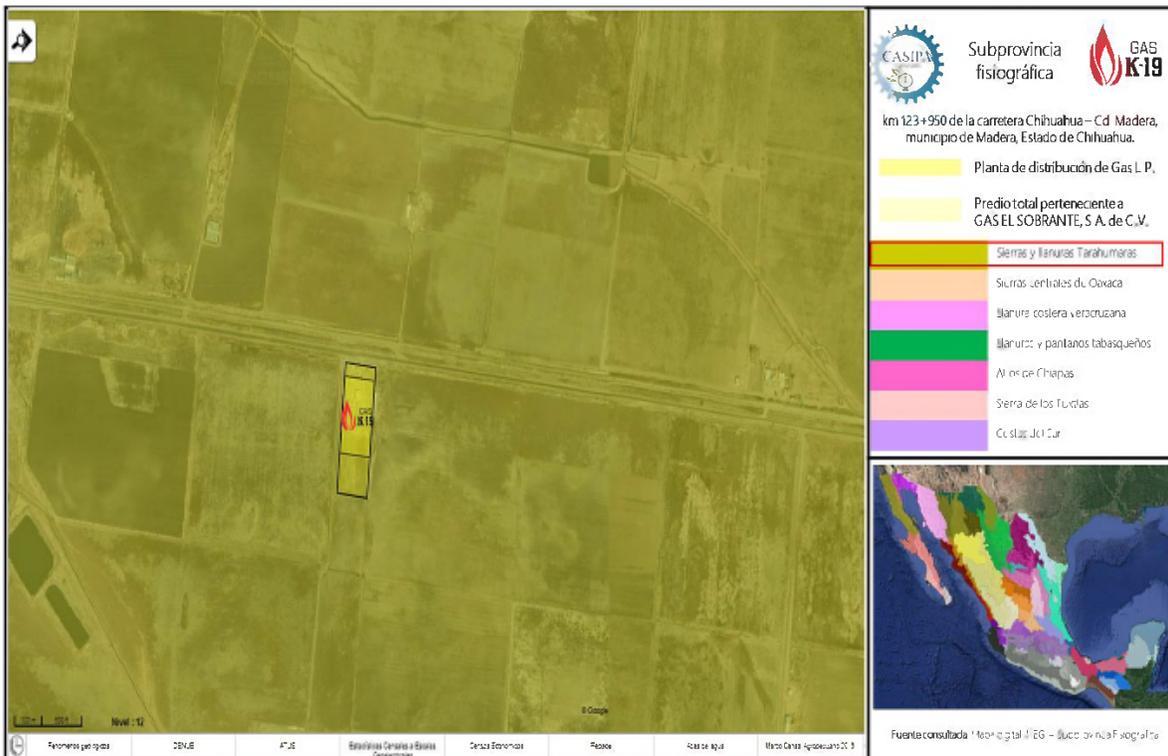


Figura IV. 4: Subprovincia fisiográfica "Sierra y llanuras Tarahumara"

Fuente: Mapa digital INEGI



IV.1.10. Sistemas de topoformas.

El sistema de topoformas correspondiente a la localización de distribución de gas l.p. se halla en el sistema denominado "Valle".



Figura IV. 5: Sistema de topoformas "Valle"
Fuente: Mapa digital INEGI

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

IV.2. ASPECTOS BIÓTICOS.

IV.2.1. Flora.

La cubierta vegetal que cubre la región en esta parte de la Sierra Madre Occidental en su porción correspondiente al Estado de Chihuahua, se caracteriza principalmente por estar formada por bosques de conífera y latifoliadas, con predominancia de pinares, cuyas especies de mayor abundancia e importancia económica son: *Pinus arizonica*, *P. duranguensis*, *P. engelmannii*, *P. ayacahuite* var. *Brachyptera* juntamente con los géneros *Pseudotsuga*, *Abies* y *Picea*. Otras coníferas de la región, son los géneros *Cupressus* y *Juniperus*, siendo las especies más comunes *Cupressus arizonica* y *Juniperus deppeana*, respectivamente. Dentro del grupo de las latifoliadas del género *Quercus* es el predominante con *Q. arizonica*, *Q. sideroxila*, *Q. fulva*, *Q. rugosa* y *Q. hypoleucoides* como las especies más abundantes. Compartiendo los mismos nichos se encuentran las especies *Arbutus xalapensis*, *A. glandulosa* y *Arctostaphylos pungens*, como sobresalientes.

Flores Calderón (1977) cita para la región de Madera como especies principales a *Pinus arizonica*, *P. arizonica* var. *Tormiae*, *P. durangensis quinquefoliata*, *P. engelmannii*, *P. engelmannii blancoi*, *P. herrerae*, *P. leiophylla*, *P. ayacahuite* var. *Brachyptera*, *P. reflexa* y para las partes más altas y frías *Pseudotsuga flahaultii*, *Abies duranguensis*, *A. concolor* y en el piso medio, los géneros *Quercus*, *Arbutus*, *Juniperus* y *Cupressus*.

En el municipio no se localizan especies de *Pinus* o *Quercus*, únicamente se localizan terrenos con actividades agrícolas, mismo que se puede corroborar con la consulta de la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (2010), el cual corresponde a *Agricultura de Temporal*.

- Flora en el área de las instalaciones.

Para determinar la flora que existe en el área de las instalaciones, se realizó un muestreo directo, que consistió en recorrer las instalaciones de la planta de distribución de gas l.p. Se procedió a reconocer las especies localizadas por su nombre científico cuando su conocimiento taxonómico lo permitió o por su nombre común. Posteriormente en trabajo de gabinete, con apoyo de bibliografía especializada, listados de flora de la región, así con el apoyo de personal con experiencia en el ramo, se procedió a identificar los ejemplares hasta donde su dificultad taxonómica lo permitió, a nivel género y en algunas hasta especie. En las instalaciones de la Planta no se localizan especies de los estratos arbóreo y arbustivo, solamente se reconocieron especies del estrato herbáceo sin reporte en la NOM-059.SEMARNAT-2010, las cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla IV. 4: Flora en el área donde se encuentra GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Abundancia	NOM-059-SEMARNAT-2010
Pasto o zacate	<i>Brachiaria sp</i>	<i>Poaceae</i>	Zona del predio sin actividades	Sin registro



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

IV.2.2 Fauna.

La fauna característica de la región montañosa del municipio de Madera, Chihuahua se compone de especies de:

- Mamíferos: La nutria *Lutra longicaudis annectens*, el linco *Lynx rufus*, el venado bura *Odocoileus hemionus*, el puma *Puma concolor*, el jabalí *Pecari tajacu*, el oso *Ursus americanus*.
- Aves: *Anas acuta*, *A. discors*, águila real *Aquila chrysaetos*, guacamaya verde *Ara militaris*, *Aythya affinis*, *Campephilus imperialis*, *Euptilotis neoxenus*, *Larus heermanni*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Strix occidentalis*.

La fauna en el municipio, considerando que está dentro de zona agrícola y parte del área urbana de Cd Madera, por lo que la actividad antrópica no permite la población de la fauna característica listada en los párrafos anteriores.

- Fauna en el área de la planta.

Para determinar la fauna en el área donde se encuentran las instalaciones de Gas El Sobrante, S.A. DE C.V. se realizó una visita de campo, en donde se llevaron a cabo observaciones directas en el interior y exterior de las instalaciones de la planta, y en donde después de tomar registro de la fauna observada, se procedió a identificar con apoyo en los listados faunísticos de la región los ejemplares que se encuentran presentes, los cuales se identificaron hasta el nivel de calificación que su dificultad taxonómica lo permitió. A continuación, se observan los resultados obtenidos, señalando el estatus de la fauna encontrada sin reporte en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 5: Fauna en el área donde se encuentra Gas El Sobrante, S.A. de C.V.

Grupo	Nombre común	Nombre científico	Familia	Abundancia	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	Gorrión	<i>Passer domesticus</i>	<i>Passeridae</i>	6	Sin presencia
	Tórtolas	<i>Columbina inca</i>	<i>Columbidae</i>	3	Sin presencia
	Cenzontle	<i>Mimus sp.</i>	<i>Mimidae</i>	2	Sin presencia
	Golondrina	<i>Hirundo rustica</i>	<i>Hirundinidae</i>	8	Sin presencia

IV.3. SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A LOS FENÓMENOS NATURALES.

IV.3.1. Fenómenos hidrometeorológicos.

IV.3.1.1 Inundación.

De acuerdo con el glosario internacional de hidrología (WMO/UNESCO, 2012), la definición oficial de inundación es “desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua”, y como “la acumulación de agua procedente de drenajes en zonas que normalmente no se encuentran anegadas”. En este caso, nivel normal se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor que puede generar pérdidas. (CENAPRED, 2023)

Una avenida se define como la “elevación, generalmente rápida, del nivel de agua de un curso, hasta un máximo a partir del cual dicho nivel desciende a una velocidad menor” (WMO/UNESCO, 2012). Estos incrementos y disminuciones representan el comportamiento del escurrimiento en un río.

Por lo anterior, se entiende por inundación “aquel evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica, provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y generalmente causa daños en la población, sus bienes, agricultura, ganadería e infraestructura”.

La zona donde se localiza la planta de distribución de gas l.p. tiene un índice de vulnerabilidad de inundación “**Alto**”, mientras que el índice de peligro por inundación está en la categorización “**Media**”.



Figura IV. 6: Índice de vulnerabilidad de inundación
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos

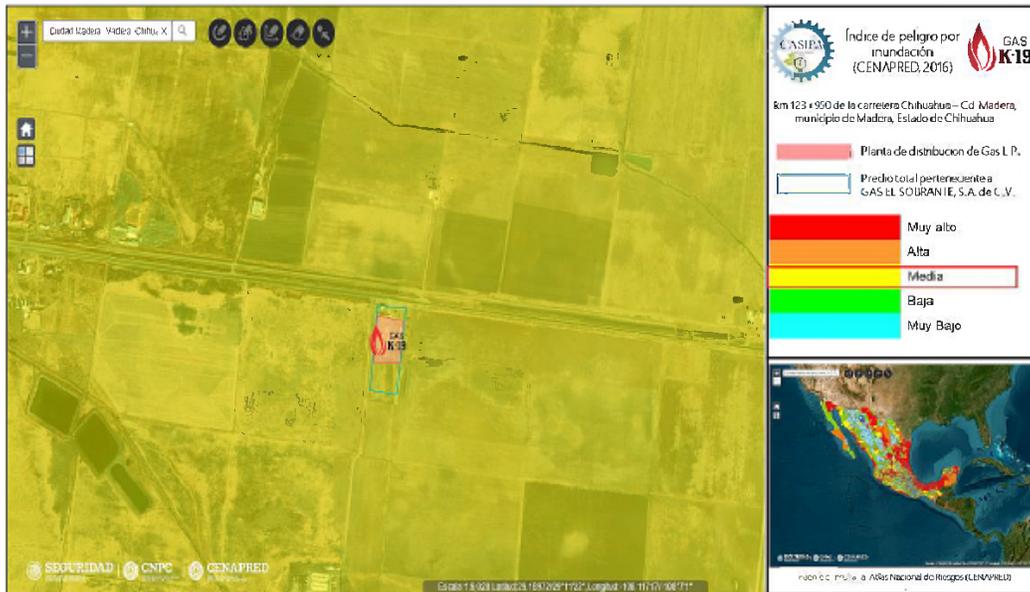


Figura IV. 7: Índice de peligros por inundación

Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

IV.3.1.2. Sequía

Una definición conveniente de la sequía es la propuesta por la *American Meteorological Society* (Campos Aranda, 1996), la cual señala que “la sequía es un lapso caracterizado por un prolongado y anormal déficit de humedad”. Su magnitud, duración y severidad se consideran relativas, ya que sus efectos están directamente relacionados con las actividades humanas; es decir, si no hay requerimientos por satisfacer, aun habiendo carencia total del agua, la ocurrencia de la sequía es discutible. La planta se localiza en una zona con grado de peligro por sequía “Alto”.



Figura IV. 8: Grado de peligros por sequía

Fuente: Atlas Nacional de Riesgo



Mientras que se halla un grado de vulnerabilidad por sequía “Medio”,

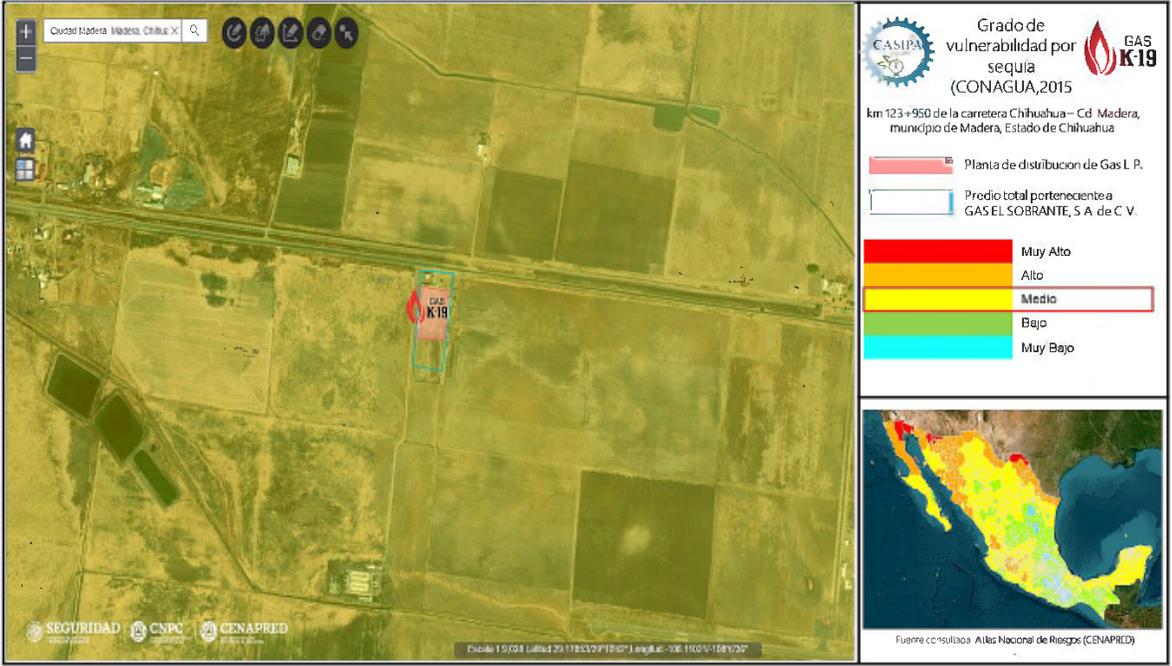


Figura IV. 9: Grado de vulnerabilidad por sequía
Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

Y un grado de riesgo por sequía “Medio”.

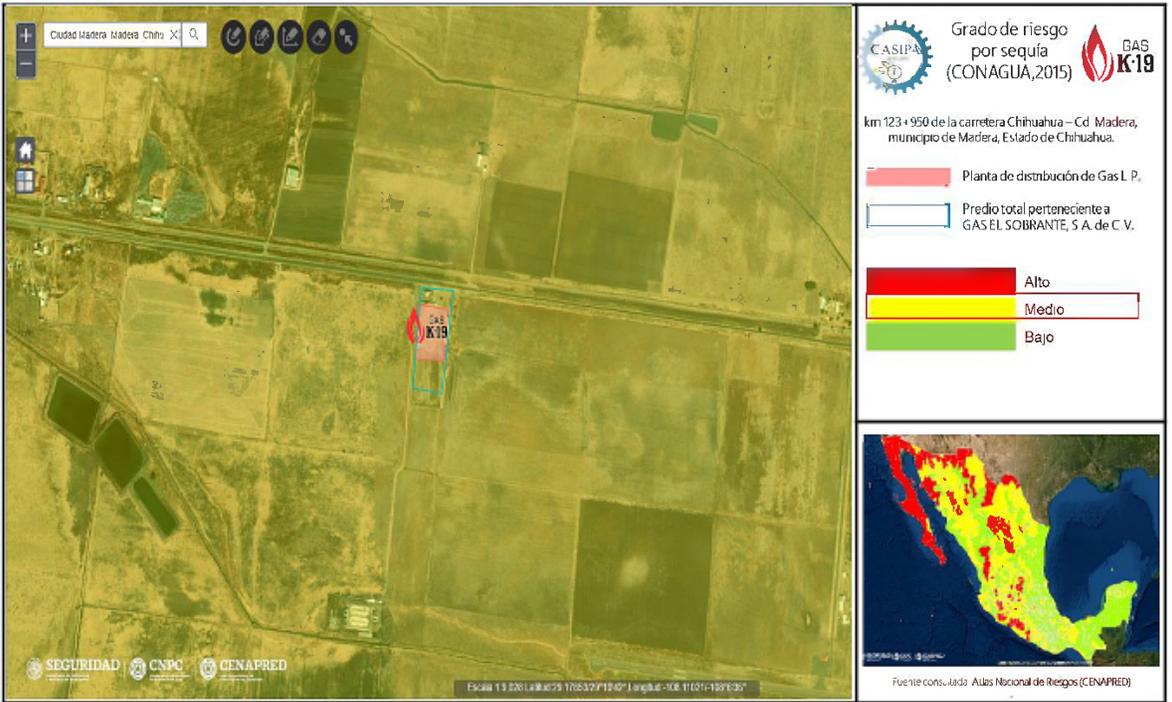


Figura IV. 10: Grado de riesgo por sequía
Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

IV.3.1.3. Heladas

Otro de los fenómenos asociados al paso de sistemas frontales durante el invierno son las heladas.

La helada es la disminución de la temperatura del aire a un valor igual o inferior al punto de congelación del agua 0°C. La cubierta de hielo es una forma del agua que ocurre cuando se presentan dichas temperaturas. Estas ocurren cuando el termómetro marca temperaturas por debajo de los 0 °C, principalmente en algunas horas de la noche o la mañana en la temporada de invierno. Cuando estas condiciones se mantienen por dos o más días, los cultivos, las viviendas y el desarrollo de la vida cotidiana pueden verse afectados. El Norte de México es una región donde las heladas ocurren de manera recurrente y su asociación con los sistemas frontales permite que las bajas temperaturas puedan extenderse a zonas donde las temperaturas mínimas son generalmente más cálidas durante el invierno.

La planta se localiza en una zona con un índice de días con heladas por municipio **“Alto”**, y un riesgo por nevadas **“Alto”**.

Asimismo, se contempla un riesgo **“Medio”** por bajas temperaturas.

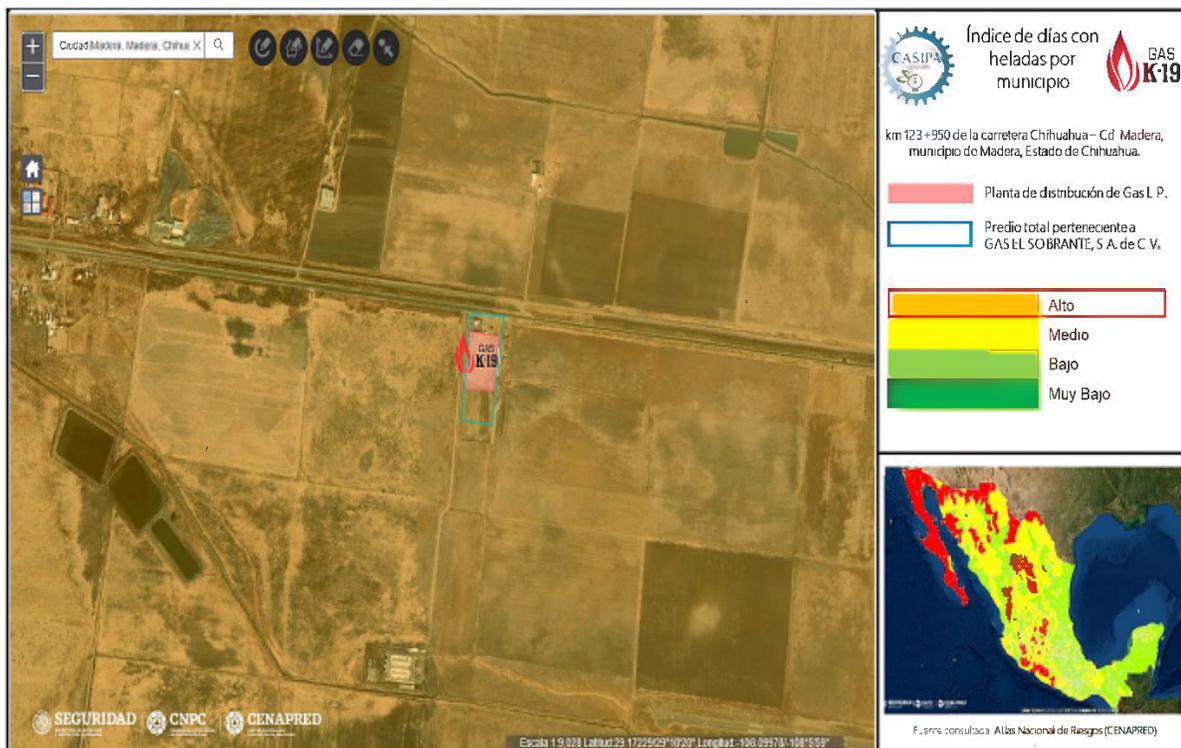


Figura IV. 11: índice de días con heladas por municipio
Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

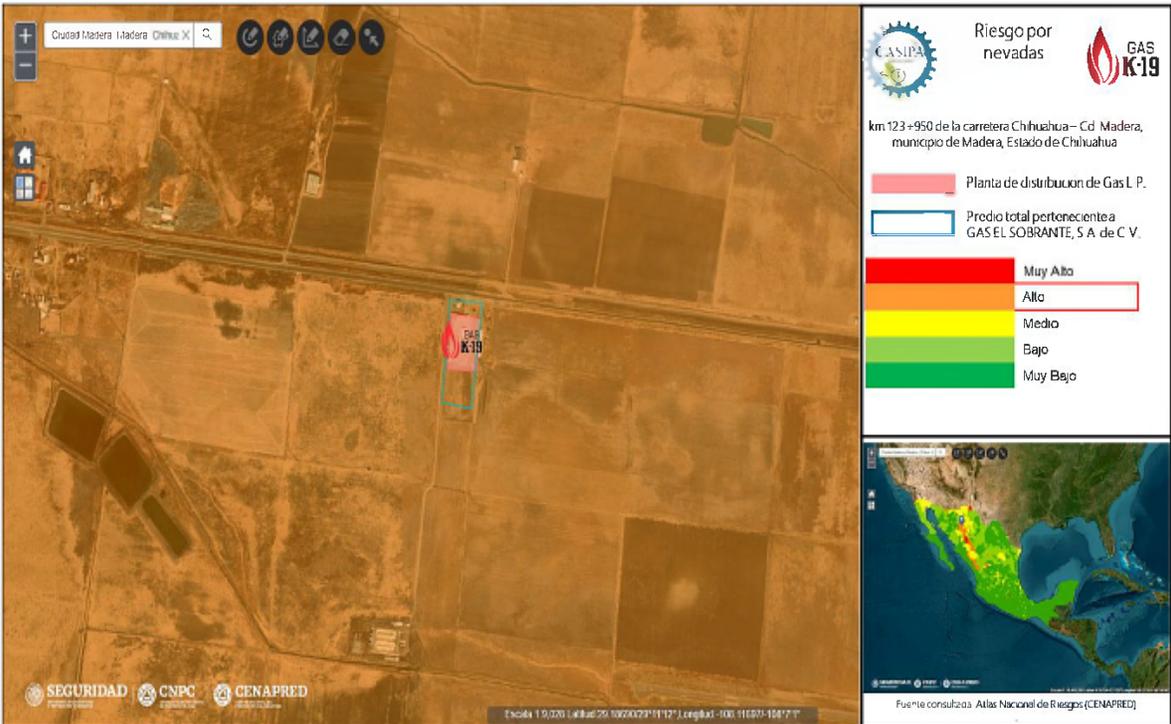


Figura IV. 12: Riesgo por nevadas
Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

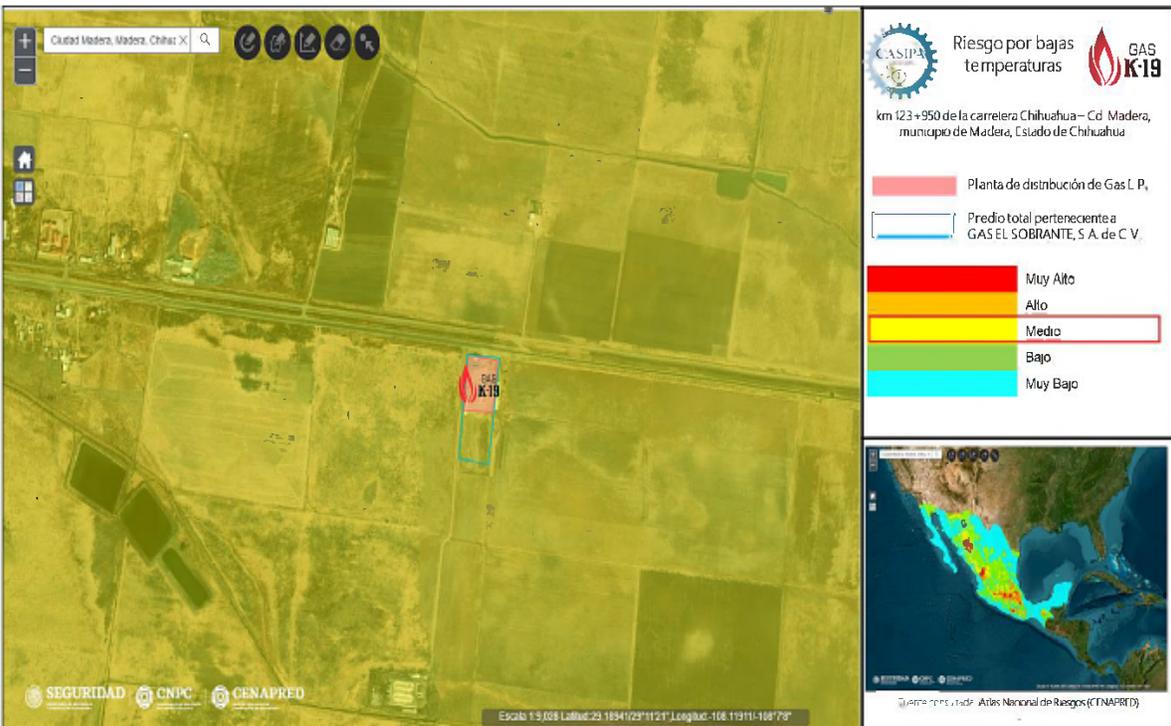


Figura IV. 13: Riesgo por bajas temperaturas
Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

IV.3.2 Fenómenos geológicos.

IV.3.2.1 Sismicidad

México se encuentra bajo la actividad de cinco placas tectónicas, las cuáles son: Norteamérica, Pacífico, Cocos, Rivera y Caribe, la actividad entre las placas genera sismos. El movimiento de las placas genera tres tipos de contactos o fronteras, que se te presentan a continuación.

Subducción o convergencia: se genera cuando chocan dos placas de diferente densidad; el continuo movimiento genera que la más pesada se meta por debajo de la otra con dirección al manto, en donde la presión y la temperatura funden la corteza, generando sismicidad y vulcanismo. En México, el contacto de subducción se presenta entre las placas Norteamérica y Cocos, Norteamérica y Rivera, Cocos y Caribe, y es el responsable de la sismicidad en la costa del Pacífico.

Divergente: Las corrientes de convección de roca fundida que provienen del manto generan altas temperaturas que rompen la corteza, este nuevo material forma el nuevo piso oceánico que se comporta como bandas transportadoras y desplaza a las placas tectónicas alejándolas entre sí, a este contacto se le denomina divergente y se puede observar en las dorsales oceánicas, como la del océano Atlántico.

Transcurrente: En los contactos transcurrentes, las placas no se separan o se mete una por debajo de la otra, sino que todo el tiempo están en contacto y con desplazamientos laterales. En México podemos observar este tipo de contacto en el mar de Cortés, dentro del sistema de fallas de San Andrés, generando la sismicidad en la zona.

Dada la localización de la planta, esta se halla en la regionalización sísmica “Media”.

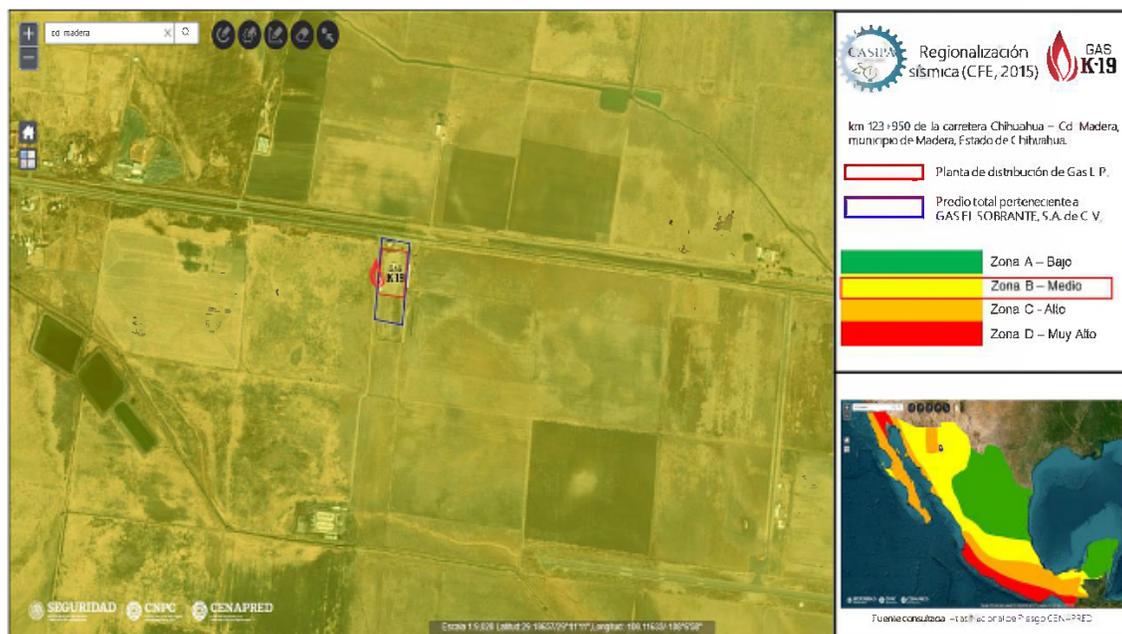


Figura IV. 14: Regionalización sísmica

Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

IV.3.3 Químico – tecnológicos

IV.3.3.1 Riesgo de ocurrencia de incendio por factores humanos (CONAFOR, 2020)

De acuerdo con la definición adoptada por la Comisión Nacional Técnica Asesora para Incendios Forestales en 2022 y acogida por el Distrito Capital a partir de 2023, un incendio forestal es: “Fuego de origen natural o antrópico que se extiende sin control, cuyo combustible principal es la vegetación viva o muerta, el cual ocasiona impactos tanto en los ecosistemas, como a nivel climático, económico y social”; lo que no corresponda con lo citado en la anterior definición, será catalogado como quema.

La zona donde se encuentra la planta tiene un peligro por incendios forestales “Medio”.

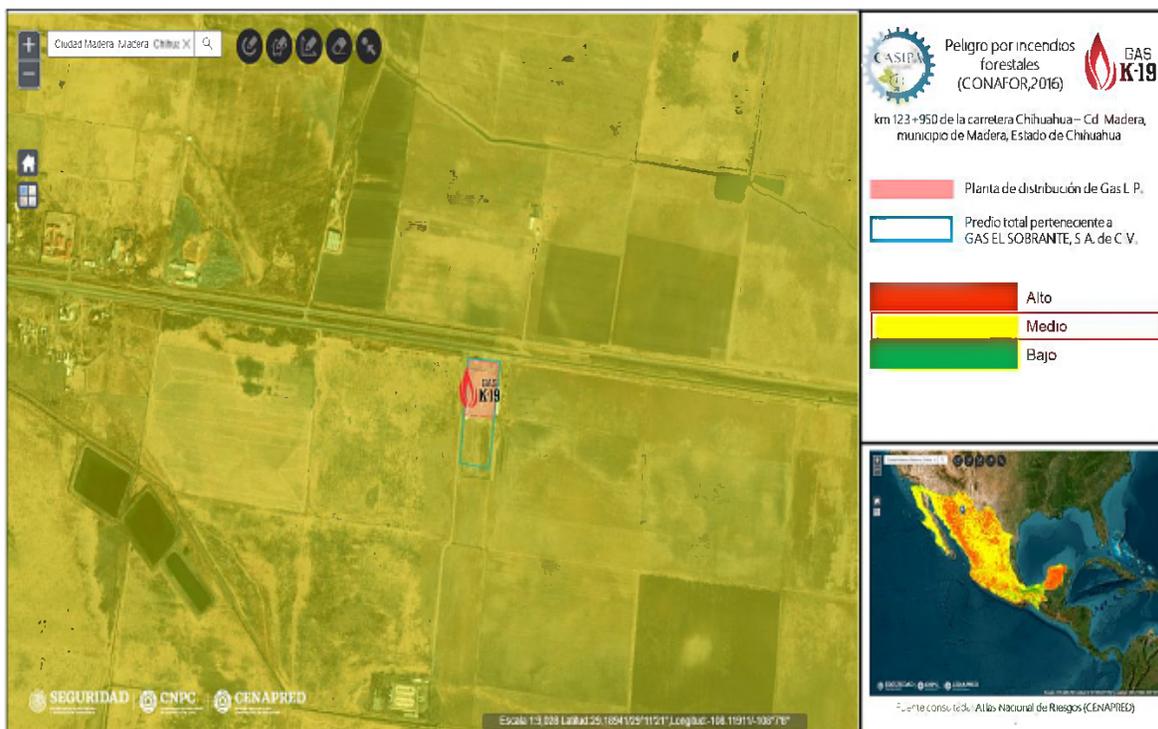


Figura IV. 15: Peligro por incendios forestales
Fuente: Atlas Nacional de Riesgo

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

IV.4. ZONAS VULNERABLES DE POBLACIÓN.

De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental, la zona donde se encuentra ubicada la planta de distribución de gas l.p. le corresponde un uso de suelo de “Agricultura de Temporal”, por lo que dichas instalaciones se localizan en una zona con baja densidad poblacional.

Se destaca que la Planta de Distribución de Gas L.P. cuenta con autorización de uso de suelo no. 3688 otorgado por la Dirección de Obras Públicas de la Presidencia Municipal de Cd. Madera, Chihuahua.

De acuerdo con el rastreo digital a través de “Espacios y datos de México” (INEGI) en un radio de 500 m a partir de los límites del predio total propiedad de la empresa Gas El Sobrante, S.A. de C.V., al Este se encuentra una Bodega de Almacenamiento de maquinaria denominado “El Caporal”, y al noreste a aproximadamente 360 m, se encuentra El Rancho denominado “Rancho Blanco”.

A continuación, se señalan las zonas vulnerables de población que se ubican dentro de un radio de 500 m.

Tabla IV. 6: Proximidades con zonas vulnerables de población para un radio de 500 m

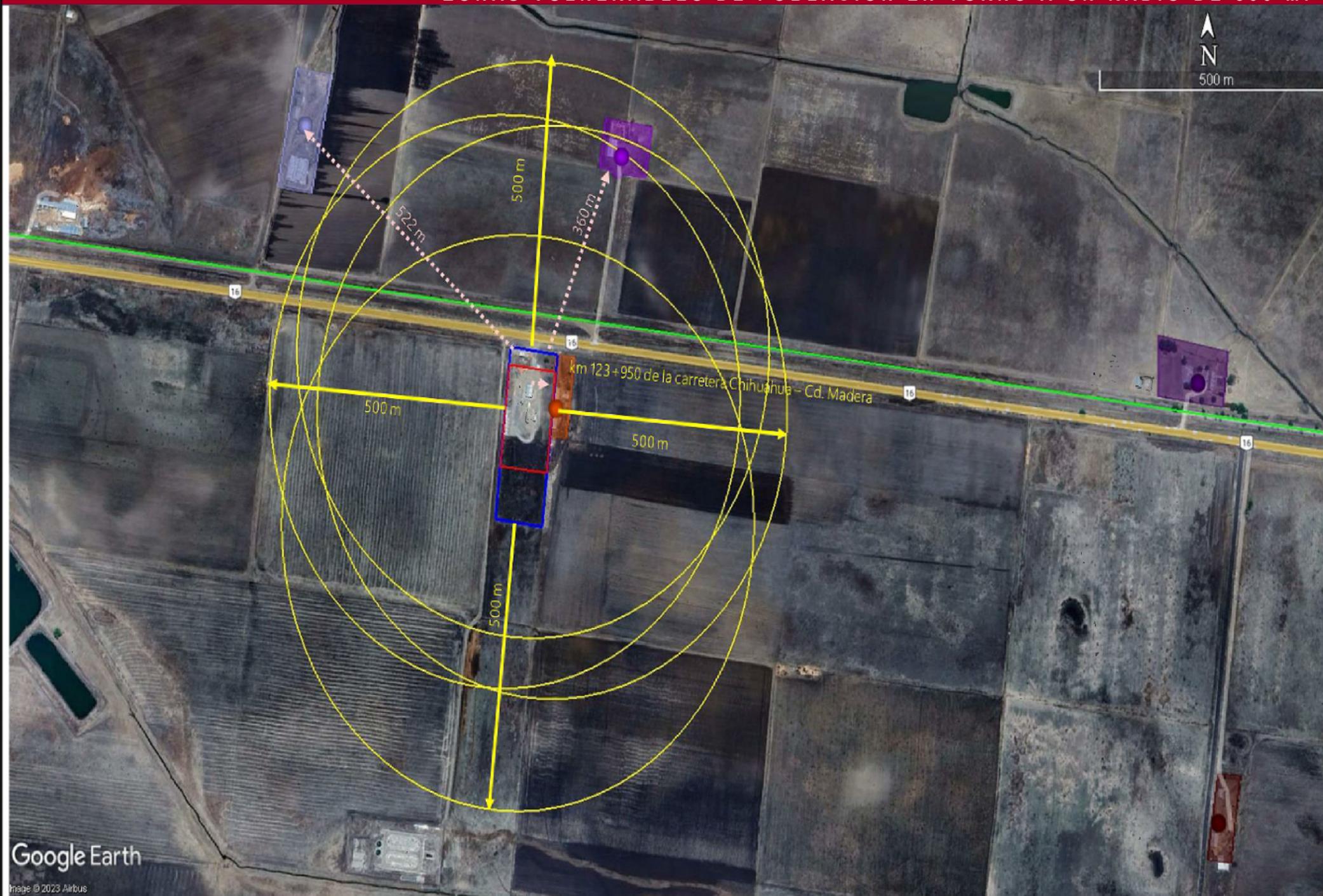
Tipo de zona vulnerable de población	Nombre de la zona vulnerable de población	Ubicación N/S/E/O/NE/SE/NO/SO	Distancia a la instalación (m) – aprox.
---	Bodega de almacenamiento de maquinaria “El Caporal”	Este	48.00 m
Rancho	Rancho Blanco	Noroeste	360.00 m

En dichas zonas se determinaron los componentes sociales mediante las siguientes herramientas de INEGI: Inventario Nacional de Viviendas (2016); Espacio y datos de México (2016), Censo de población y vivienda (2010), Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2016) en las cuales se determina que hay 2 habitantes para Bodega de almacenamiento de maquinaria “El Caporal”, sin embargo, no se hallaron habitantes permanentes en inspección en campo. Además, para Rancho Blanco tampoco se halló población viviendo de forma permanente en dichas zonas.

Asimismo, en una distancia aproximada de 522 m al noroeste de la planta se halla la localidad denominada “El Lucero de Don Rodolfo”, en donde de acuerdo con la base de datos reportada en “Espacio y Datos de México” se reportan tres habitantes.



ZONAS VULNERABLES DE POBLACIÓN EN TORNO A UN RADIO DE 500 M.



	Razón social
	"GAS EL SOBRANTE, S.A DE C.V"
Proyecto	
"Planta de distribución de Gas L.P." Cd. Madera, Chihuahua	
Ubicación	
km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.	
Simbología	
	Radios de 500 m respecto al límite del predio total de la empresa.
	Planta de Distribución de Gas L.P. Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
	Predio total de la Empresa Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
	Rancho "Los Tabajanes"
	Rancho Blanco
	El Lucero de Don Rodolfo



Fuente consultada: Mapa digital de México INEGI
 Conjunto de datos vectoriales de la carta topográfica
 escala 1:250 000 por entidad federativa (2021),
 Nuevo León.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma
01	13/07/2023	Elaboró: I.Q. Citlalli Martínez Flores Revisó: I. Q. Yazmin Calzeta López Aprobó: I.Q. José Morales Ku	

Clave o número de plano
ZONAS VULNERABLES DE POBLACIÓN (500 m)



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

IV.5 COMPONENTES AMBIENTALES.

IV.5.1 Hidrología.

A continuación, se realizará una descripción de los componentes hidrológicos en el área donde se encuentra instalada la Planta de Distribución de Gas L.P. y en un radio de 500 metros, respecto al límite del predio total.

Tabla IV. 7: Proximidades con componentes ambientales

Tipo de componente ambiental	Nombre	Descripción breve	Ubicación N/S/E/O/NE/SE/NO/SO	Distancia a la instalación (m) – aprox.
Región hidrológica	Río Yaqui – Cascada Bassaseachic (16.00)	Una región hidrológica está conformada por una o varias cuencas hidrológicas.	Norte, Sur, Este, Oeste, Noroeste, Suroeste, Noreste y Sureste.	Las instalaciones se encuentran inmersas en la región hidrológica.
Cuenca	Río Yaqui	Una cuenca es una unidad natural de terreno, definidas por la existencia de una división de las aguas debida a la conformación del relieve.	Norte, Sur, Este, Oeste, Noroeste, Suroeste, Noreste y Sureste.	Las instalaciones se encuentran inmersas en la cuenca.
Acuífero	Madera 859	Son reservorios de agua que están debajo de la superficie terrestre.	Norte, Sur, Este, Oeste, Noroeste, Suroeste, Noreste y Sureste.	Las instalaciones se encuentran inmersas en dicho acuífero.

Dentro de un radio de 500 m, no se halla ningún elemento de componente ambiental referidos como corrientes intermitentes o perenes. No obstante, en un radio mayor se hallan cuerpos de agua intermitentes y canales de agua en operación, así como presas.



COMPONENTES AMBIENTALES - RÍOS Y LÍMITES DE CORRIENTES PERENES



Razón social
 "GAS EL SOBRENTE, S.A DE C.V"

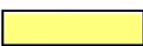
Ubicación

km 123+950 de la carretera Chihuahua - Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Proyecto

"Planta de distribución de Gas L.P." Cd. Madera, Chihuahua"

Simbología

-  Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
-  Predio total perteneciente a Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
-  Canales en operación
-  Cuerpo de agua
-  Corrientes de agua intermitente



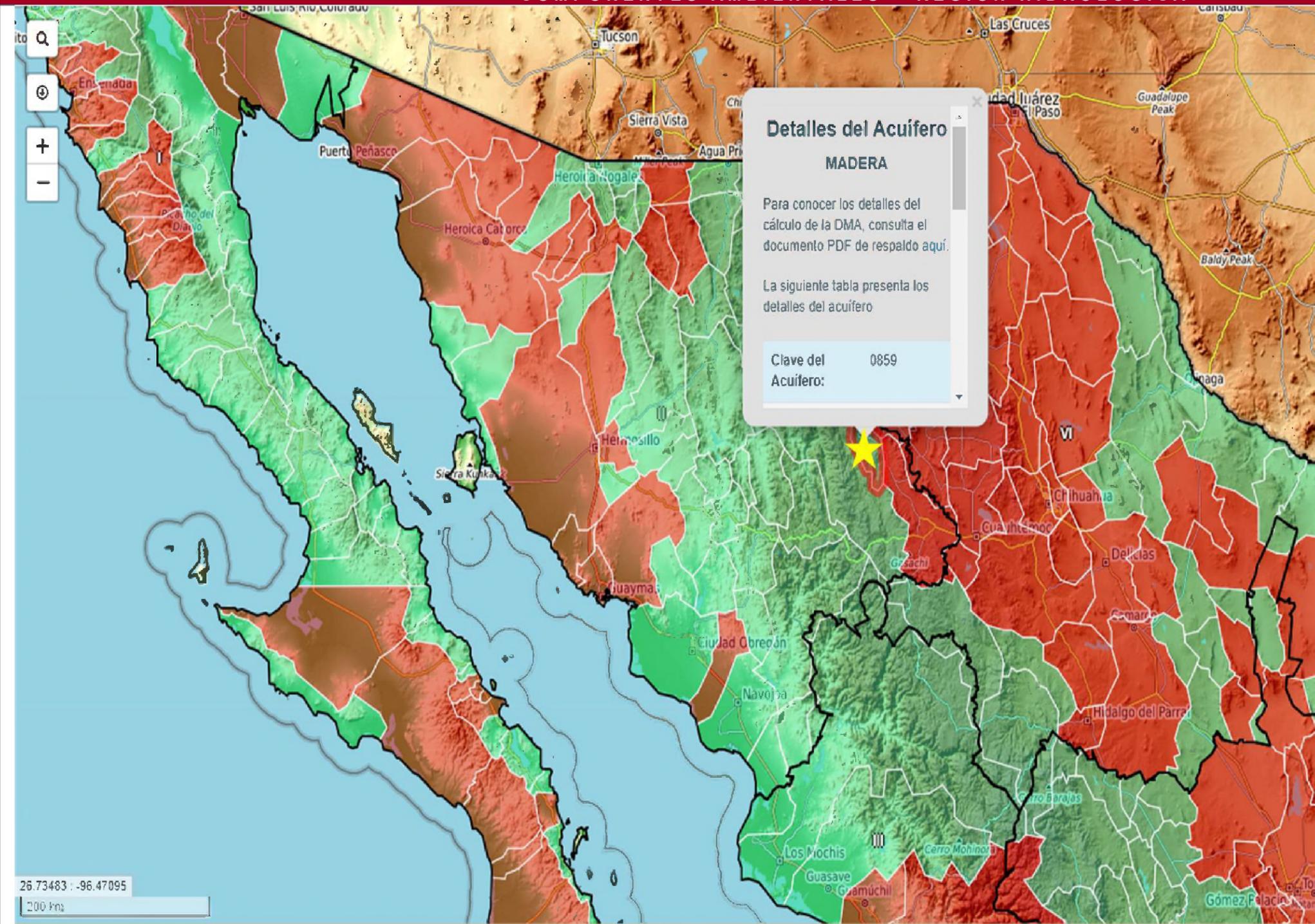
Fuente consultada: CONAGUA. Subdirección General Técnica.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma
01	13/07/2023	Elaboró: I.Q. Citlalli Martínez Flores Revisó: I. Q. Yazmin Calzeta López Aprobó: I.Q. José Morales Ku	

Clave o número de plano
COMPONENTES AMBIENTALES
REGIÓN HIDROLOGICA.



COMPONENTES AMBIENTALES – REGIÓN HIDROLÓGICA



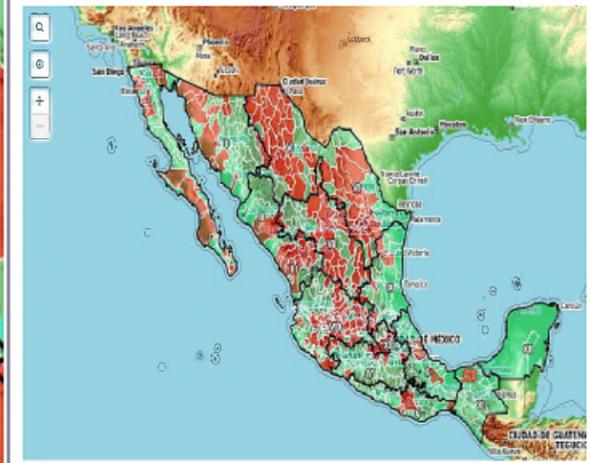
Detalles del Acuífero
MADERA

Para conocer los detalles del cálculo de la DMA, consulta el documento PDF de respaldo aquí.

La siguiente tabla presenta los detalles del acuífero

Clave del Acuífero:	0859
---------------------	------

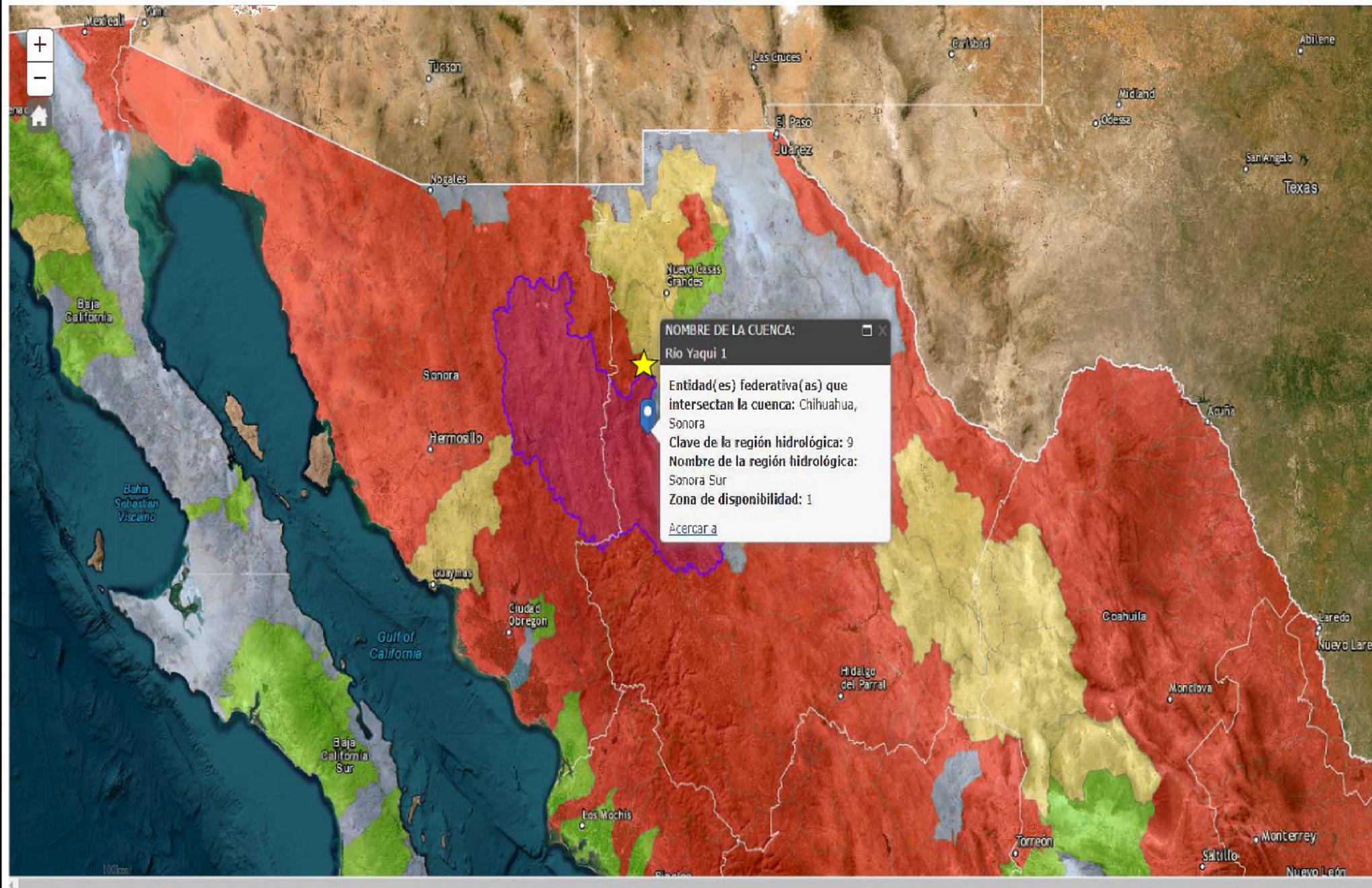
	Razón social
	"GAS EL SOBRENTE, S.A DE C.V."
Ubicación	
km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.	
Proyecto	
"Planta de distribución de Gas L.P." Cd. Madera, Chihuahua	
Simbología	
	Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
	Acuífero "Madera"



Fuente consultada: CONAGUA.
 Subdirección General Técnica.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	13/07/2023	Elaboró: I.Q. Citlalli Martínez Flores Revisó: I. Q. Yazmin Calzeta López Aprobó: I.Q. José Morales Ku		COMPONENTES AMBIENTALES ACUÍFERO

COMPONENTES AMBIENTALES – CUENCA



Razón social
 "GAS EL SOBRENTE, S.A DE C.V"

Ubicación

km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Proyecto

"Planta de distribución de Gas L.P."
 Cd. Madera, Chihuahua

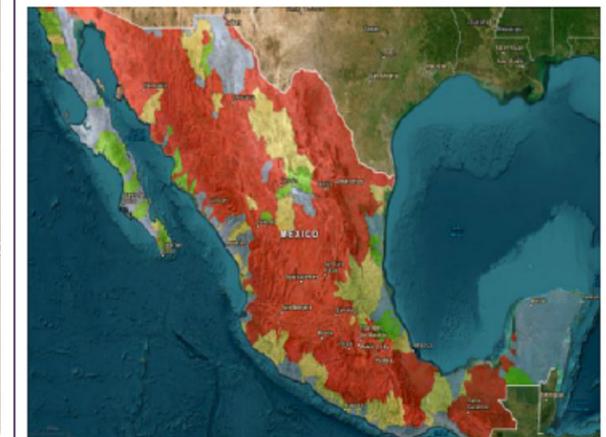
Simbología



Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V.



Cuenca hidrológica Río Yaqui 1



Fuente consultada: Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas. (SIGACUA).

Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	13/07/2023	Elaboró: I.Q. Citlalli Martínez Flores Revisó: I. Q. Yazmin Calzeta López Aprobó: I.Q. José Morales Ku		COMPONENTES AMBIENTALES CUENCA

	GAS EL SOBROANTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

IV.6. INFRAESTRUCTURA VIAL E INDUSTRIAL.

De acuerdo con el mapa Espacio y Datos de México en un radio de 500 metros a partir de los límites del predio que ocupa la planta se descarta la presencia de infraestructura industrial, tales como ductos, líneas de alta tensión y plantas industriales, no obstante, se detecta infraestructura vial que se describe a continuación:

Tabla IV. 8: Proximidades con infraestructura en un radio de 500 m

Tipo de infraestructura	Nombre/ descripción	Ubicación (N/S/E/O/NE/SE/NO/SO)	Distancia a la instalación (m)
Vial	Carretera Chihuahua – Cd. Madera	Norte	47.18 m
Vía férrea	Vías férreas	Norte	93.42 m

Fuentes consultadas: Atlas de Riesgo (CENAPRED), Mapa digital INEGI, Datos y Espacios de México (Denue)





INFRAESTRUCTURA VIAL EL INDUSTRIAL



Razón social

"GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V"

Ubicación

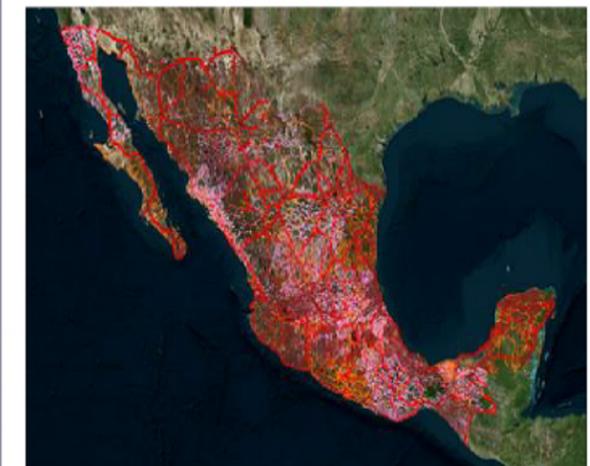
km 123+950 de la carretera Chihuahua - Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Proyecto

"Planta de distribución de Gas L.P."
Cd. Madera, Chihuahua

Simbología

-  Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
-  Predio total de la empresa
-  Carretera Chihuahua - Cd. Madera
-  Vías férreas



Fuente consultada: Red Nacional de Caminos y Mapa Digital de México./Atlas Nacional de Riesgos-Químicos Sanitarios (CENAPRED)

Rev.	Fecha	Nombre	Firma
01	13/07/2023	Elaboró: I.Q. Citlalli Martínez Flores Revisó: I. Q. Yazmin Calzeta López Aprobó: I.Q. José Morales Ku	

Clave o número de plano

INFRAESTRUCTURA VIAL (500 M)



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

IV.7 USO DE SUELO.

El uso de suelo es donde se localiza la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V., corresponde a **“Agricultura Temporal”**.

Localización N/S/E/O/NE/SE/NO/SO	Tipo de uso de suelo	Descripción
Norte	Agricultura de temporal	La producción de estos cultivos depende del comportamiento de las lluvias y de la capacidad del suelo para captar el agua. Al respecto, tienen la ventaja de que el gasto en la producción es menor al no tener que invertir en el tema de riego.
Sur	Agricultura de temporal	
Este	Agricultura de temporal	
Oeste	Agricultura de temporal	

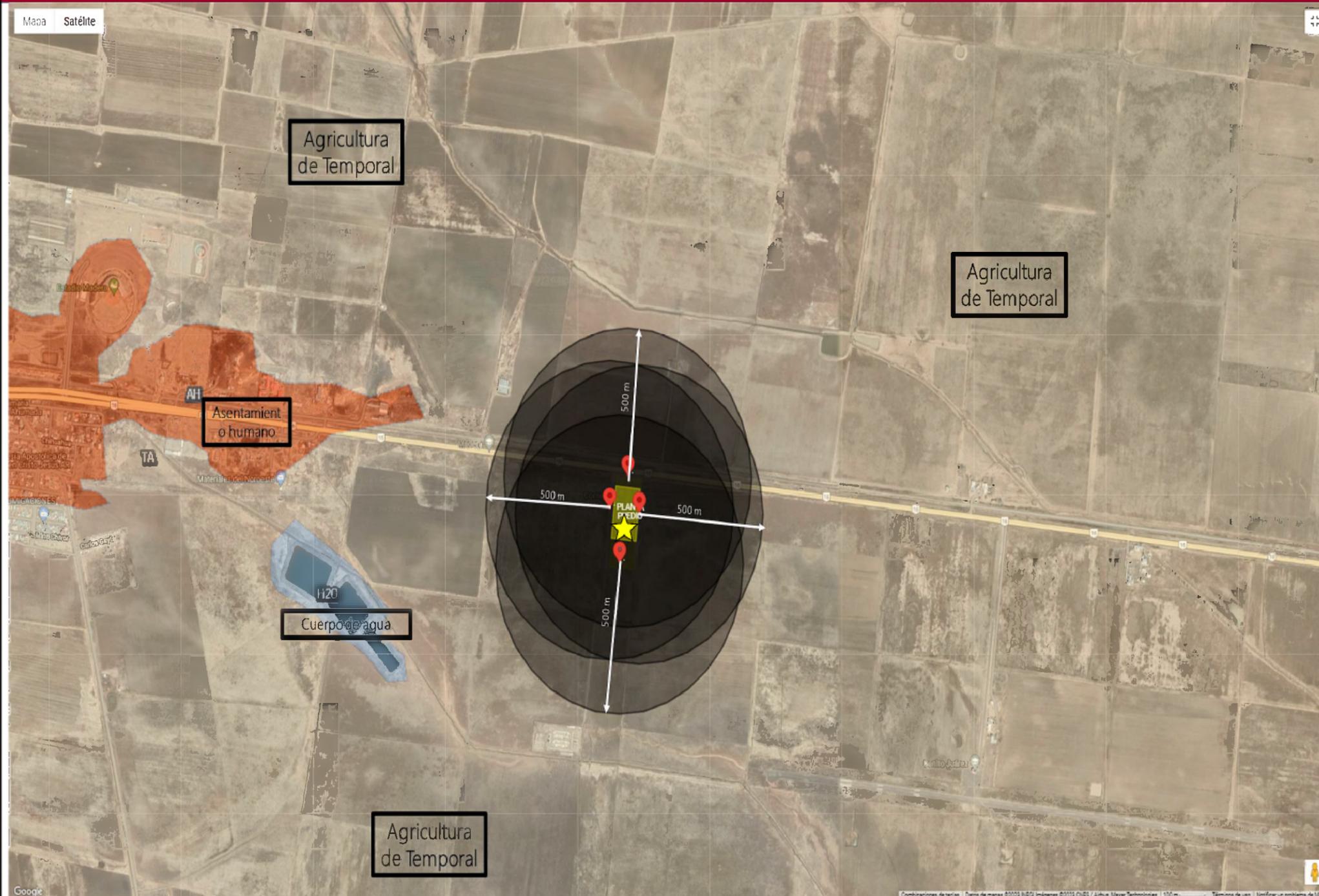
Se destaca que la Planta de Distribución de Gas L.P. cuenta con autorización de uso de suelo no. 3688 otorgado por la Dirección de Obras Públicas de la Presidencia Municipal de Cd. Madera, Chihuahua.

Además, cabe recalcar que las actividades desarrolladas tanto en el interior como en el exterior de la planta de distribución se hallan en concordancia con el “Plan Municipal de Desarrollo 2021-2024 del Municipio de Madera”, los ejes objetivos, estrategias y líneas de acción se describen en el capítulo II. Apartado II.9 del presente Estudio de Riesgo Ambiental.





USO DE SUELO Y VEGETACIÓN



Razón social

"GAS EL SOBRANTE, S.A DE C.V"

Ubicación

km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

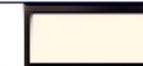
Proyecto

"Planta de distribución de Gas L.P."
 Cd. Madera, Chihuahua

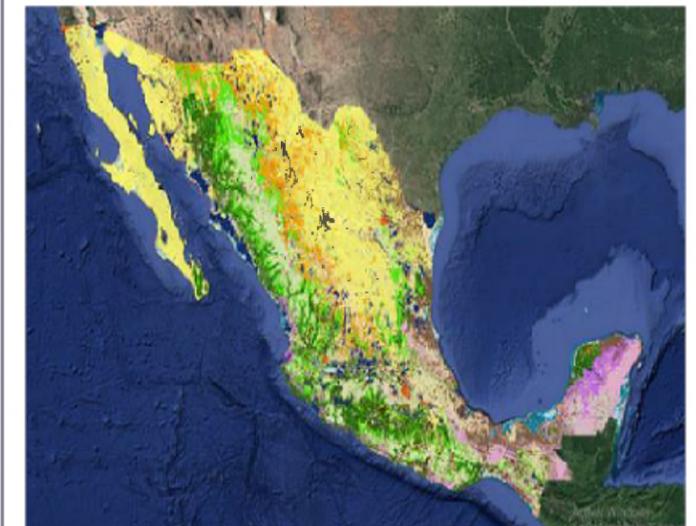
Simbología



Planta de distribución de Gas L.P.
 propiedad de
 GAS EL SOBRANTE, S.A. de C.V.



Agricultura de Temporal



Fuente consultada: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA).

Rev.	Fecha	Nombre	Firma
01	13/06/2023	Elaboró: I.Q. Citlalli Martínez Flores Revisó: I. Q. Yazmin Calzeta López Aprobó: I.Q. José Morales Ku	

Clave o número de plano

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN (500 M)



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

**INSTALACIONES EN OPERACIÓN
(ARSH)**

CAPÍTULO V ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGO



GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de
Distribución

Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

V.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO.

Gas El Sobrante, S.A. de C.V. está comprometido con la seguridad en la operación dentro de sus instalaciones, así como en la distribución de gas l.p., por lo que el presente Análisis de Riesgo tendrá como objetivos y limitaciones los siguientes puntos:

- Identificar todos los peligros y accidentes mayores.
- Eliminar o minimizar peligros identificados.
- Prevenir algún tipo de peligro y/ incidente.
- Prevenir la propagación de eventos no deseados.
- Minimizar la exposición del personal a los peligros.
- Asegurar que el personal pueda responder ante alguna situación de emergencia por desastre y/o accidente.
- Minimizar la exposición del entorno receptor a los peligros; y
- Eliminar o reducir los riesgos para el personal, el medio ambiente, las instalaciones y la población para así llevar al nivel más bajo de riesgo que sea razonablemente posible.

Para ello el presente análisis se apegará a lineamientos nacionales e internacionales como la normatividad ISO 31000, ISO 17776, IEC 31010 y OHSAS 180001, bajo los requerimientos de la “Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos” y disposiciones administrativas aplicables, con la finalidad de realizar la correcta identificación de peligros, detectar oportunidades de mejora y finalmente reducir el riesgo inherente de las instalaciones.

La selección de las metodologías para llevar a cabo la identificación de peligros y escenarios de riesgo de la Planta de Distribución de Gas L.P. consideró el tipo de instalación, actividad que se lleva a cabo y etapa del ciclo de vida de la misma (operación), considerando en todo momento que dicha metodología servirá de retroalimentación para la fase posterior del Análisis de Riesgos.

El Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos (GMAER), que llevará a cabo el desarrollo de dichas metodologías está integrado por personal técnico asignado por la empresa “Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental” y cuenta con la experiencia y capacidad técnica en la aplicación de técnicas y metodologías utilizadas y reconocidas a nivel nacional e internacional, así como personal experto en las operaciones del proceso dentro de las instalaciones.

Nombre (s)	Apellido	Cargo dentro del GMAER	Empresa
Yazmin	Calzeta López	Líder del Equipo de Análisis de Riesgo	CASIPA
José	Morales Ku	Especialista y coordinador de Análisis de Riesgo	CASIPA
Citlalli	Martínez Flores	Secretario y coordinador ERA	CASIPA
		Jefe de operaciones	Gas El Sobrante, S.A. de C.V

Se integra como anexo a este capítulo:

- [Acta Constitutiva del Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos.](#)
- [Minutas de trabajo y listas de asistencia.](#)



	GAS EL SOBROANTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

V.1.1 ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.

El Análisis Preliminar de Riesgos, bajo el nombre en inglés de “Preliminary Hazard Analysis” (PreHa), fue desarrollado por las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos de América e incorporado por diferentes compañías químicas, esta técnica sería el precursor de otros métodos de análisis de riesgos más complejos.

El objetivo principal de la técnica cualitativa “PreHa”, se centra en identificar los peligros, los sucesos iniciadores y otros sucesos que provoquen consecuencias indeseables, asimismo, pueden identificarse, criterios de diseño o alternativas que contribuyan a eliminar o reducir estos peligros o riesgos. Se utiliza preferentemente sobre las sustancias peligrosas y los equipos principales de la planta con el fin de identificar en la fase de diseño, previo a nuevas instalaciones para anticipar y profundizar en los principales riesgos, durante el desarrollo y hasta el final del diseño.

El equipo de trabajo conformado para evaluar cada uno de las situaciones peligrosas, debe asignar a cada evento una escala de peligro como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla V. 1: Matriz de evaluación de peligros

Descripción	Categoría	Criterios de efectos ambientales, de seguridad y salud
Catastrófico	I	Podría resultar en la muerte, discapacidad total permanente, pérdida superior a \$ 1 millón o daño ambiental severo e irreversible que viola la ley o regulación
Crítico	II	Podría resultar en una discapacidad parcial permanente, lesiones o enfermedades ocupacionales que pueden resultar en la hospitalización de al menos tres miembros del personal, pérdidas superiores a \$ 200,000 pero inferiores a \$ 1 millón, o daños ambientales reversibles que causen una violación de la ley o regulación.
Marginal	III	Podría resultar en una lesión o enfermedad ocupacional que resulte en uno o más días de trabajo perdidos, una pérdida superior a \$10,000 por menos de \$200 000, o daño ambiental mitigable sin violación de la ley o regulación donde se pueden realizar actividades de restauración.
Despreciable	IV	Podría resultar en una lesión o enfermedad que no resulte en una pérdida de días de trabajo, una pérdida superior a \$2000 pero inferior a \$10000, o un daño ambiental mínimo que no infrinja las normas o reglamentos

Fuente: *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, 2008.*

Una vez que se ha definido el alcance del análisis preliminar, los pasos a seguir son:

- **Recopilación de información:** Esta etapa consiste en que el equipo de trabajo debe reunir toda la información referente al proceso o sistema a evaluar, por ejemplo; la química básica, las reacciones químicas involucradas y las variables de proceso.
- **II. Desarrollo de la metodología PreHa:** Este apartado consiste en identificar los peligros y los incidentes que puedan resultar en consecuencias indeseadas, de modo que, además se deben identificar los criterios de diseño o alternativas que



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

puedan eliminar o reducir dichos escenarios peligrosos, para ellos se debe considerar los siguiente:

- ✓ Equipos y materiales peligrosos de la planta.
- ✓ Interfaces entre los elementos de seguridad y los materiales (peligrosos) manejados en la planta.
- ✓ Factores ambientales que puedan afectar en los equipos de proceso y materiales manejados.
- ✓ Operación, mantenimiento, pruebas y procedimientos de emergencia.
- ✓ Servicios auxiliares.
- ✓ Equipo de seguridad.

Para cada área de proceso se debe identificar y evaluar las causas y efectos de los potenciales accidentes resultantes de los peligros identificados para finalmente, asignar cada accidente a una categoría que va desde catastrófica a despreciable de acuerdo a la Tabla V.1.

- **III. Informe de resultados:** Los resultados del PreHa se deben resumir en una tabla cuyo contenido incluya los peligros identificados, las causas del mismo, las consecuencias potenciales, la categoría asignada al peligro identificado y las medidas preventivas y/o correctivas que se sugieren.

Es importante mencionar que el PHA no pretende desarrollar a detalle todos los escenarios de riesgo o evaluar cada uno de ellos, si no identificar el control de riesgo básico, así como las estrategias y salvaguardas que se desarrollarán durante las últimas etapas de diseño.

Conforme a todo lo anterior, se determinó en realizar un **Análisis Preliminar de Riesgos** (PHA), tomando como base para la selección de esta técnica, la experiencia del grupo de trabajo, los antecedentes con los que se cuenta sobre experiencias de riesgo con instalaciones similares, las características propias del proyecto, la cantidad de información recabada del mismo, elementos vulnerables en el diseño y/o seguridad y que serán los elementos a priorizar al llevar a cabo la metodología y que tengan posibilidad de devenir en escenarios de peligro de interés y su interacción con otras condiciones ajenas al proceso.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

I. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN:

a) Fases del proyecto/planta y tipo de proceso.

Las instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P. se encuentran completamente construidas y terminadas, en fase de operación, donde se llevan a cabo operaciones de trasiego y guarda temporal de gas L.P., asociadas con las actividades de distribución, así como las actividades de mantenimiento.

El tipo de proceso operativo dentro de la Planta de Distribución de Gas L.P. inicia con la recepción del GLP con la descarga de los semirremolques, posteriormente se lleva a cabo su almacenamiento temporal por medio de un recipiente de almacenamiento, para finalmente ser distribuidos a los usuarios finales mediante recipientes transportables – venta al público – así como el suministro a tanques estacionarios mediante auto-tanques que previamente serán cargados con el combustible mediante la toma de suministro. Por lo que las características del régimen operativo de la instalación es **semicontinuo**.

b) Instalaciones de la Planta de Distribución de Gas L.P.

El proceso operativo de la instalación inicia con la descarga de Gas L.P. que se encuentra contenido en el semirremolque que arriba a la instalación, para posteriormente realizar la guarda temporal de Gas L.P. por medio de un recipiente de almacenamiento, para posteriormente ser trasegado a auto-tanques y recipientes transportables para el suministro a usuarios finales.

Las principales áreas donde se maneja dicho combustible son las siguientes:

- ✓ **Toma de recepción (1) de semirremolques mediante un compresor:** se cuenta con una toma para la descarga de gas l.p. de los semirremolques y trasegarlo hacia el recipiente de almacenamiento a través de un compresor marca Corken modelo 490. En la toma se cuenta con dos líneas de gas líquido y una de gas vapor. En las líneas de gas líquido se cuenta con válvulas de relevo hidrostática, válvulas de globo recta e indicador visual de flujo tipo no retroceso marca Rego modelo A7794. Mientras que en la línea de gas-vapor se cuenta con válvulas de globo, válvula de exceso de flujo marca Rego modelo A3292B y su respectiva válvula de control remoto neumática. En cada salida de las líneas se cuenta con válvulas pull away y sus respectivas mangueras de neopreno especiales para gas l.p. con terminal de válvula con acoplador.
- ✓ **Zona de almacenamiento integrada por un recipiente, con capacidad de 250,000 litros al 100% de agua:** dentro de esta zona se halla un recipiente de almacenamiento de gas l.p. tipo cilíndrico horizontal de capacidad de 250,000 litros al 100% de agua, marca TATSA, con una presión máxima de diseño de 14.06 kg/cm². Dicho recipiente cuenta con su sistema de seguridad, instrumentos de medición (presión, nivel, temperatura), así como sus conexiones de tubería con las demás áreas de trasiego.
- ✓ **Toma de suministro de auto-tanque (1) mediante bomba 1:** para la toma de suministro de auto-tanque, se cuenta con una línea de gas – líquido, dicha línea cuenta con válvula de bola, válvula de relevo hidrostáticos y el medidor volumétrico. En la salida de la línea se cuenta con válvula pull away y su respectiva manguera de neopreno especial para gas l.p. con terminal de válvula con acoplador.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

- ✓ **Muelle de llenado de recipientes transportables mediante bomba 2:** en el muelle de llenado se cuenta con 4 llenaderas, las cuales con una báscula de llenado. La tubería que suministra de gas l.p. a cada una de las llenaderas es de acero al carbón A/AS-53-B o A/AS-106B cedula 80 sin costura para alta presión de 51 mm de diámetro con conexiones roscadas de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 140-210 kg/cm².
- ✓ **Flotilla de auto-tanques y de vehículos de reparto:** la empresa cuenta con una flotilla de auto-tanques que operan bajo el permiso LP/14469/DIST/PLA/2016, para la operación de trasiego a recipientes estacionarios de los usuarios finales, cada auto-tanque cuenta con un carrete eléctrico de manguera de 25.4 mm (1") con terminación con acoplador de llenado y válvula de cierre rápido de nariz corta de 19.05 mm (3/4"). Además, de un medidor Neptune de 38 mm (1 1/2") con registro electrónico Ri505 Pegasus que previo al sistema de manguera cuenta con válvula solenoide 1" (25.4 mm) y válvula de globo de 1" (25.4 mm).

Para realizar la distribución y venta de gas l.p. la empresa cuenta con una flotilla de 3 auto-tanques de las siguientes capacidades 12,500L, 17,000L y 12,900L al 100% de agua, dichos vehículos registrados ante la Comisión Reguladora de Energía (la comisión).

Asimismo, se cuenta con la distribución por medio de vehículos de reparto que conlleva el traslado de gas l.p. a los puntos de venta – usuarios finales y donde se realiza la conexión de los recipientes transportables en las instalaciones de aprovechamiento del usuario final. La empresa cuenta con una flotilla de 2 vehículos de reparto para trasladar recipientes transportables.

Asimismo, para el funcionamiento de la planta de distribución de GLP se requiere de servicios auxiliares dentro de los cuales se incluyen:

- **Sistema de vaciado de recipientes transportables:** se cuenta con sistema de vaciado de recipientes transportables el cual consta con los siguientes accesorios:

Un recipiente tipo estacionario de capacidad de 300 litros para la operación y ubicado junto al muelle, múltiple con 2 salidas conectadas al tanque antes mencionado, una estructura metálica adecuada, para el precipitado del contenido del recipiente, todo esto se localiza en un extremo del muelle. Para conducir el gas l.p. desde el recipiente al tanque estacionario del sistema de vaciado se utiliza tubería cedula 80 para alta presión con conexiones roscadas con las características descritas anteriormente como mínimo el diámetro es 32 mm, las mangueras utilizada son de 13 mm especial para gas l.p.

- **Sistema eléctrico:** controles eléctricos por los cuales realiza el manejo de los equipos de trasiego (bombas, compresor, sistema de llenado, etc.) y para que la cual se señala que la carga conectada al transformador se obtiene considerando la mayor carga posible, esto es, la de los tableros de la planta a su % de uso más la carga del sistema contra incendio. CFE marca el punto de conexión en el poste con línea trifásica de media tensión ubicado a un costado del domicilio, las características de esta alimentación son: sistema 3f, voltaje 34,550 volts y punto de



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

conexión con cuchillas con listón fusible, el transformador tiene una capacidad de 75 KVA.

- **Sistema contra incendio:** dicho sistema contiene distintos componentes, como el sistema de aspersión, extintores de polvo químico seco del tipo manual de 9 kg. De capacidad cada uno, hidrantes, un tanque cisterna de seguridad de 60 m³ de agua, además de dos bombas con las siguientes características:

Bombas contra incendio: se cuenta con dos bombas marca Aurora modelo 340, una con motor eléctrico de 50 C.F. y gasto de 3,500 L.P.M. a 7 kg/cm² y otra con motor de combustión interna de 42 C.F. y gasto 1,750 L.P.M. a 7 kg/cm².

c) Identificación de factores de peligro, peligros potenciales y experiencia del equipo de trabajo.

c.1 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, así como por las operaciones que se desarrollan en ésta (Planta de Distribución de GLP – propiedad de **GAS EL SOBRENTE, S.A. de C.V.** permiten identificar anticipadamente algunos riesgos intrínsecos a las actividades.

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

c.2 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 debe desconfiarse de las mezclas cuyo contenido se acerque a la zona explosiva, donde sólo se necesita una fuente de ignición para desencadenar una explosión.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01



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.

c.3 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



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

a su volumen tiene una proporción de 1 a 250 partes sobre el volumen del gas, y es, por lo tanto, $\frac{1}{2}$ 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.

c.4 Cantidad de GLP almacenada

Se ha definido que el Gas L.P. es la única sustancia que es empleada dentro del proceso operativo en la **Planta de Distribución de GLP**. Dicho combustible es almacenado en un recipiente especial para contener gas l.p. tipo cilíndrico horizontal de 250,000 litros al 100% de capacidad cada uno.

Sin embargo, por buenas prácticas, así como por seguridad solo se almacena el GLP al 80% de su capacidad total de almacenamiento para el recipiente de la planta, por lo que en este caso se considera un volumen máximo de 200,000 litros.

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

A continuación, se presenta una tabla con el desglose de la cantidad de gas l.p. manejada de gas l.p. en diferentes tipos de recipientes.

Tabla V. 2: Capacidad de almacenamiento en diferentes recipientes de almacenamiento

Tipo de recipiente	Capacidad de almacenamiento al 100 %	Cantidad	Capacidad total al 80%	Ubicación
Almacenamiento	250,000 L	1	200,000 L	Zona de almacenamiento
No transportable	12,500 L	1	10,000 L	Estacionamiento / circulación
	17,000 L	1	13,600 L	
	12,900 L	1	10,320 L	
Vehículo de reparto	No aplica	27	Variable	Estacionamiento / circulación

c.5 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



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

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:

Tabla V. 3: Condiciones de operación

Trayecto	Presión kg/cm ²		Temperatura de operación
	Operación normal	Diseño de fabricación de tubería	
De las tomas de recepción de semirremolques al recipiente de almacenamiento.	14 - 7	21	Ambiente
Recipientes de almacenamiento	7-9	21	Ambiente
Del recipiente de almacenamiento a las tomas de suministro de auto-tanques	7-10	21	Ambiente
Del recipiente de almacenamiento al muelle de llenado de recipientes transportables.	7-10	21	Ambiente
Del recipiente de almacenamiento a la toma de suministro de carburación de autoconsumo.	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 al 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.

○ **Experiencia en el proceso.**

La industria del GLP inició a principios del siglo XX en Estados Unidos donde en los años 30 la NFPA (National Fire Protection Association) emitió la primera norma sobre Gas Licuado de Petróleo. Para finales de los años 30 el GLP se empezó a transportar mediante vagones de ferrocarril en Estados Unidos.

En México la industria del GLP mostró su auge en los años 50 influenciada debido a la importación estadounidense por lo que el sector privado se encarga de la distribución y el transporte del mismo, hasta el que la industria del sector gubernamental (PEMEX) echó a andar plantas de producción de GLP en el país y a finales de los años 50 la actividad de comercialización se vio regulada a consecuencia de que el combustible estaba siendo utilizado para usos comerciales, industriales y domésticos. La primera regulación en las actividades de distribución la dio el Reglamento del artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo para Distribución de Gas Licuado donde la legislación se enfoca en los aspectos de seguridad. Diez años más tarde en 1960 se publicó el Reglamento de Distribución de Gas y en 1970 se publicó el Instructivo para el Diseño de Plantas y Estaciones de Servicio.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

El equipo de trabajo de CASIPA (Consultores Asociados en Seguridad Industrial y Protección Ambiental) cuenta con amplia experiencia en la elaboración de estudios de riesgo ambiental y estudios de riesgo de proceso, especializándose en las plantas de distribución de GLP, estaciones de carburación de GLP y plantas de suministro de GLP.

Los criterios de selección de una técnica de identificación de peligros adecuada al proyecto de una planta de distribución se resumen de la siguiente manera (CCPS, 2008):





Motivación

- Evaluación nueva.
- Evaluación periódica. ✓
- Revalidación de una evaluación previa.
- Requerimiento especial.

Tipo de resultados

- Lista de peligros. ✓
- Detección de peligros. ✓
- Lista de problemas/incidentes. ✓
- Elementos de acción.
- Análisis previo a un análisis de riesgo cuantitativo. ✓

Información del proceso

- Materiales. ✓
- Química.
- Inventario. ✓
- Experiencia similar. ✓
- Diagramas de flujo de proceso. ✓

- Diagramas de tuberías e instrumentación.
- Proceso existente. ✓
- Procedimientos.
- Historia operativa.

Complejidad/tamaño:

- Simple ✓ /complejo.
- Pequeño ✓ /grande.

Características del proceso

Naturaleza del peligro:

- Toxicidad.
- Inflamabilidad. ✓
- Explosividad.
- Reactividad.
- Radioactividad.
- Corrosividad.
- Explosión de polvos.
- Peligro físico.
- Otro.

Tipo de proceso:

- Químico.
- Físico. ✓
- Mecánico.
- Biológico.
- Eléctrico.
- Humano.
- Por computadora.

Tipo de operación:

- Instalación fija. ✓
- Transporte.
- Instalación temporal.
- Distribución. ✓
- Expendio.
- Continua.
- Batch.
- Semi-batch. ✓

Situación/incidente de preocupación:

- Falla única. ✓
- Fallas múltiples. ✓
- Pérdida de contención.
- Pérdida de función.
- Contratiempo en el proceso.
- Error humano. ✓
- Error de hardware.
- Error de software.





Percepción de riesgo
y experiencia

Cantidad de experiencia:

- Grande. ✓
- Poca.
- Ninguna.
- Sólo con procesos similares.

Relevancia de la experiencia:

- Sin cambios.
- Pocos cambios. ✓
- Muchos cambios.

Experiencia en incidentes:

- Regular. ✓
- Poca.
- Mucha.
- Ninguna.

Riesgo percibido:

- Alto.
- Medio. ✓
- Bajo.

Recursos y
preferencias

- Disponibilidad de personal capacitado. ✓
- Requerimientos de tiempo. ✓
- Requerimientos de financiación.
- Preferencia de análisis y gestión.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V .	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN	
	Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

II. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PreHa (Preliminary Hazard):

○ Identificación de peligros e incidentes indeseados.

De acuerdo al tipo de instalación que se analiza correspondiente a la “Planta de Distribución de Gas L.P.”, en donde la sustancia principal utilizada es el Gas L.P. se podrían presentar cuatro tipos de incidentes básicos los cuales son:

1. **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. Dentro de los incendios se pueden catalogar como:

➤ **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.

➤ **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 L.I.I. será considerada como criterio para la máxima distancia de letalidad.

➤ **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 esta 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.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

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.

En el caso de los incendios, estos pueden provocar quemaduras de diverso grado de severidad dependiendo de la exposición a radiaciones térmicas, cuya magnitud depende de la intensidad del calor radiado y del tiempo de duración de la exposición. La muerte de los individuos expuestos a un incendio puede producirse no solo por la exposición a la radiación térmica, sino por la disminución de oxígeno en la atmósfera (ocasionado por el consumo de éste durante el proceso de oxidación del combustible) o por la exposición a gases tóxicos generados (INE (a), 2001).

- 2. Explosión:** liberación de energía produciendo gas a una temperatura, presión y velocidad tales como para causar daños a los alrededores. Dentro de este tipo de incidente se podría dar lo siguiente: *explosión física, explosión no confinada, explosión confinada, explosión de polvo, explosión de mezcla de G.L.P, explosión fase densa y por último explosión tipo Bleve.*

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.

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



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

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.

- 3. Fuga de gas:** es el escape de una cantidad de material fugado la cual podría ser *instantánea o continua*, así como la formación de un *charco de líquido*.

La mayoría de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas, comienzan con una fuga de su lugar de confinamiento (depósitos, tuberías, reactores, válvulas, bombas, etc.).

En este sentido se distinguen tres tipos de fugas atendiendo al fluido de que se trate:

- Fugas de líquidos: derrames de sustancias líquidas de un continente cuando el fluido permanece líquido durante el proceso.
- Fugas de gas/vapor: escapes de sustancias en fase gas de un continente. El cálculo exige tratamientos distintos si el fluido almacenado es gas a presión o si es un vapor en equilibrio con un líquido.
- Fugas bifásicas: mezclas de gas y líquido a menudo resultantes de la ebullición del líquido en las condiciones de descarga.

Según la duración y tamaño del escape:

- Fuga instantánea: colapso del recipiente por vertido muy rápido de su contenido.
- Fuga continua o semi-continua: pérdida de contenido de magnitud y duración limitadas.

Considerando las propiedades fisicoquímicas del GLP se prevé que se puedan presentar:

- Emisión de líquido presurizado a dos fases. Una emisión en dos fases de un líquido, es la descarga de un líquido que se vaporiza parcialmente para formar dos fases (gas y líquido). Una emisión en dos fases de un líquido presurizado es la descarga de un material en fase líquida, que es un gas en condiciones ambientales.
- Emisión de gas a dos fases. Una emisión de un gas en dos fases, es la descarga de un material que es normalmente gas en condiciones ambientales. El material puede ser almacenado ya sea como un gas comprimido o como un gas licuado, sin embargo, una emisión de un gas en dos fases de un almacenamiento de un gas licuado, debe venir del espacio de vapor del contenedor.

Durante las operaciones de trasiego de Gas L.P. y guarda temporal existe riesgo de presentarse fugas, mismas que podrían derivar, dependiendo de las condiciones y de las cercanías de las fuentes de ignición en incendios y explosiones.

- 4. Nube de gas:** es una mezcla de aire/gas dentro de una particular envolvente de concentración límite (densidad no definida). Dentro de este rubro se encuentran *nube de gas pesado, nube de gas densidad neutra, nube de gas flotante*.

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



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V .	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN	
	Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

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.

Dichos tipos de incidentes se pueden generar principalmente por:

- **Falla mecánica**, la cual puede ser originada por: sobrecalentamiento, sobrecarga, sobrepresión, corrosión, fallo de soldadura, fatiga, fallos metalúrgicos, uso de materiales incompatibles, fuga por acoplamiento o brida, fallo en válvula de alivio, fallo en manguera, fallo frágil.
- **Fallo por impacto.**, el cual puede ser por: objeto pesado, proyectil, accidente en carretera en el que no se ven involucrados otros vehículos.
- **Factor humano**, la cual se origina por: operaciones generales, sobrellenado, mantenimiento general, fallo por aislamiento / drenaje antes de desacoplamiento, error de dirección general, comunicaciones, procedimientos, error de diseño, error en la instalación, error en la construcción.
- **Fallo de instrumentación**, originada por: fallo en un controlador, indicador, una alarma, un sistema de bloqueo, sistema de control por ordenador.
- **Fallo de servicios**, como electricidad, agua, gas, aire comprimido o nitrógeno, aire de instrumentos o vapor.
- **Reacción violenta** esta puede ser combustión interna, explosión confinada o reacción fuera de control.
- **Eventos externos**, estos pueden ser eventos como incendio exterior, explosión exterior, terremoto, fallo del terreno o erosión, inundación, rayo, viento huracanado, temperaturas extremas, sabotaje.

Una vez que en la planta se realizan actividades de trasiego de gas l.p. se requiere de equipo de proceso, instrumentación, tuberías y accesorios, para llevarlas a cabo, así como de auto-tanques para realizar la distribución de gas l.p. a usuarios finales. Por lo que el origen de cada evento se puede localizar en:

- **Las áreas de carga y descarga de gas l.p.**, como tuberías de proceso y válvulas, bombas/compresores, mangueras y otras conexiones para carga / descargas similares.
 - **Zona de almacenamiento** como en recipientes presurizados de almacenamiento de gas l.p.
 - **Durante la actividad de distribución** como en el motor eléctrico, motores de combustión, recipiente presurizado del auto-tanque, o cilindros de gas l.p. portátiles.
 - **En el almacén de residuos**, almacenamiento de material combustible.
 - **Incidentes originados en locales domésticos o comerciales**, depósito de gas l.p. pequeño doméstico o comercial, durante la realización de actividades de distribución.
- **Tipo de actividades**

De acuerdo con la norma OHSAS 18001-2007, una parte importante en la identificación de peligros es determinar las actividades rutinarias y no rutinarias que realiza el personal en las instalaciones de la planta de distribución de gas l.p. acorde a las actividades



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

desarrolladas, ya que de esta forma se pueden determinar si se requieren de controles dentro de las instalaciones. Para ello definimos de la siguiente manera los tipos de actividad:

Actividad rutinaria: actividad que forma parte de la operación normal de la organización, se ha planificado y es estandarizable.

Actividad no rutinaria: actividad que no forma parte de la operación normal de la organización por su baja frecuencia.

Conforme a las actividades desarrolladas dentro de la Planta de Distribución de Gas L.P. se tiene que la clasificación de las siguientes actividades.

Tabla V. 4: Tipo de actividades desarrolladas en la Planta de Distribución de Gas L.P.

Tipo de actividad	Actividad
Rutinaria	✓ Descarga de semirremolques de gas l.p.
	✓ Suministro de gas l.p. a auto-tanques.
	✓ Llenado de recipientes portátiles de gas l.p.
	✓ Distribución de gas l.p. a través de auto-tanques a usuario final.
	✓ Verificación general de las instalaciones
	✓ Recolección de residuos sólidos
	✓ Actividades de mantenimiento
No rutinaria	✓ Verificación de las instalaciones eléctricas
	✓ Verificación de la integridad mecánica de un recipiente de almacenamiento de 250,000 litros.
	✓ Recolección de desechos peligrosos
	✓ Capacitación al personal

Por lo anteriormente expuesto se puede observar que es una operación a temperatura normal, sin embargo, la presión es mucho mayor al 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.

- **Eventos externos**

Dentro de los eventos externos se pueden definir los ocasionados principalmente ocasionados por el ser humano. Estos pueden ser, por ejemplo: asalto, sabotaje, disturbios civiles, terrorismo, robo, pirotecnia, peligro por incendios provocados.

Dada la localización de la planta de distribución correspondiente a una zona rural y que, de acuerdo con la CONAFOR, 2020 el riesgo de ocurrencia de incendio por factores humanos tiene un nivel “**MEDIO**”.

- **Peligros por fenómenos naturales**

En México, la ocurrencia de los fenómenos naturales tiene distintos efectos debido a su ubicación geográfica, su orografía y a los diversos sistemas meteorológicos que la afectan; así como por la distribución de su población, su dinamismo y el constante crecimiento.



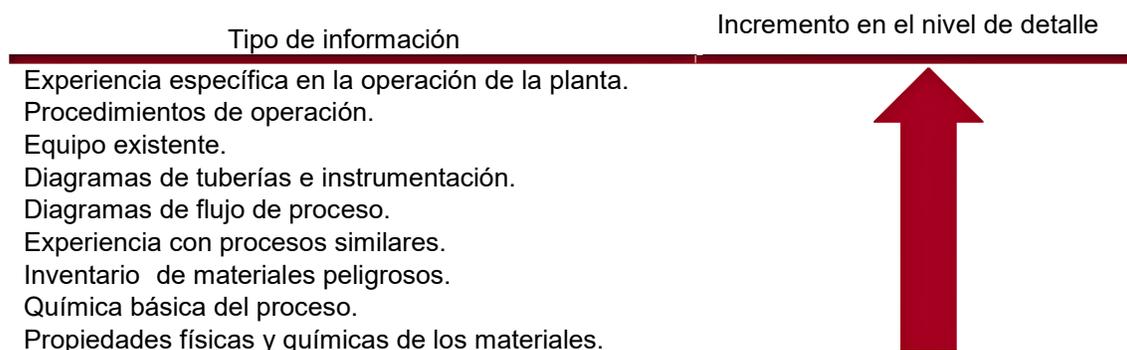
	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V .	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN	
	Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos integrados por el CENAPRED en su base de datos de los fenómenos naturales y antrópicos se consultó el área donde se localiza la Planta de Distribución y se detectaron los siguientes peligros y riesgos naturales:

Tipo de riesgo	Si	No	Observación
Sismicidad	X		Dada la localización de la planta, esta se halla en la regionalización sísmica "Medio".
Fenómenos hidrometeorológicos			
Inundación	X		Índice de vulnerabilidad por inundación "Alta", mientras que tiene un índice de peligros por inundación "Media".
Sequía	X		Grado de riesgo por sequía "Medio". Peligro por sequía es "Alto". Vulnerabilidad "Medio".
Riesgo por nevadas	X		La localización donde se ubica la Planta de Distribución de Gas L.P. tiene un índice de riesgo por nevadas tiene un nivel "Alto".
Riesgo por bajas temperaturas	X		Índice de Riesgo por bajas temperaturas es "Medio",
Químico – tecnológico			
Incendio por factores humanos	X		De acuerdo a la localización de la planta de distribución de Gas L.P. se encuentra en un nivel de riesgo "Medio".

Entre otros aspectos a considerar para la selección de una técnica adecuada, fue la calidad y la cantidad de información actualizada disponible, considerando que la planta de distribución de GLP se encuentra en **etapa de operación**.

En la siguiente figura se esquematiza la relación entre el tipo de información disponible y el nivel de detalle técnico alcanzado en la técnica de evaluación de peligros:



Entre la información disponible de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. se cuenta con lo siguiente:



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Autorizaciones y permisos:

- Autorización del uso de suelo no. 3688 para Gas Sobrante, S.A. de C.V. otorgado por la sección de Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Cd. Madera, Chihuahua fechado el 21 de junio del 2000.
- Título de Permiso LP/14469/DIST/PLA/2016 (antes AD-CHIH-062-N/00), Distribución de gas licuado de petróleo mediante planta de distribución, otorgado por la Secretaría de Energía el 10 de agosto de 2000.
- Inicio de operaciones de la planta de almacenamiento de gas l.p. otorgado por la Dirección General de Gas L.P. y de instalaciones eléctricas de la Subsecretaría de operación Energética el 27 de noviembre de 2000.
- Autorización en Materia de Impacto Ambiental oficio no. SGPARN.08/2002/2744 para el Proyecto “Gas El Sobrante, S.A. de C.V., (Planta Madera)”, otorgado por la Subdelegación de gestión para la protección ambiental y recursos naturales, con fecha del 28 de octubre del 2002.
- Resolutivo procedente no. DGGIMAR.710/005734 respecto al Programa para la Prevención de Accidentes (PPA) otorgado por la Dirección General de Gestión Integral de materiales y actividades riesgosas con fecha del 15 de agosto 2006.
- Revalidación de la Autorización en materia de Impacto Ambiental, expedida mediante oficio número SGPARN.08/2002/2744 del 31 de octubre de 2008 para el proyecto “Gas El Sobrante, S.A. de C.V. (Planta Madera)”.
- Constancia de registro de conformación del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, seguridad, operativa y protección al medio ambiente con CURR ASEA-GAE18434M y número de registro ASEA-GASE18434M-SA-00089-2020 otorgado por la Dirección General de Gestión Comercial el 14 de enero del 2020.
- Resolución Procedente no. ASEA/UGSIV/DGGC/3957/2018 de la Evaluación de la Manifestación de Impacto Ambiental, otorgada por la Dirección General de Gestión Comercial adscrita a la Unidad de Gestión, Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial, fechado el 03 de abril del 2018.
- Licencia Ambiental Única no. LAU-ASEA/6267-2018 mediante el oficio no. ASEA/UGSIVC/DGGC/14580/2018 otorgada por la Dirección General de Gestión Comercial de la Unidad de Gestión, Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial fechado el 18 de octubre de 2018.
- Actualización del permiso de distribución de gas licuado de petróleo mediante planta de distribución LP/14469/DIST/PLA/2016 por cambio en el registro de parque vehicular oficio no. UH-250/10315/2020, otorgado por la Dirección General de Gas Licuado de Petróleo el 3 de marzo de 2020.

Dictámenes técnicos:

- Dictamen no. uvself246-001-0041/2022 de conformidad con la NOM-001-SESH-2014 “Plantas de distribución de Gas L.P. Diseño, construcción y condiciones seguras en su operación”, otorgado por la Unidad de Inspección en materia de gas l.p. reg. Autorizado UVSELP246 el 26 de agosto de 2022.
- Dictamen de verificación de instalaciones eléctricas no. DVNP12S2-2021-UVSEIE 189-A/000010 en conformidad con la NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización), otorgado por la Unidad de Verificación UVSEIE 189-A el 03 de julio de 2021.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

- Dictamen no. MX-077-19 de conformidad con la NOM-013-SEDG-2002 otorgado por la Unidad de Verificación en materia de gas l.p. UVSELP-191C, el 26 de abril del 2019.
- Dictamen no. UVSELP246-005-0890/2022 en cumplimiento con la NOM-005-SESH-2010, otorgado por la Unidad de Inspección en materia de gas l.p. UVSELP246 el 12 de septiembre de 2022.
- Dictamen no. UVSELP246-005-0891/2022 en cumplimiento con la NOM-005-SESH-2010, otorgado por la Unidad de Inspección en materia de gas l.p. UVSELP246 el 12 de septiembre de 2022.
- Dictamen no. UVSELP246-007-0887/2022 en cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-007-SESH-2010 “Vehículos para el transporte y distribución de gas l.p. – condiciones de seguridad, operación y mantenimiento”, otorgado por la Unidad de Inspección en material de gas l.p. UVSELP246 el 12 de septiembre de 2022. Auto-tanques.
- Dictamen no. UVSELP246-007-0888/2022 en cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-007-SESH-2010 “Vehículos para el transporte y distribución de gas l.p. – condiciones de seguridad, operación y mantenimiento”, otorgado por la Unidad de Inspección en material de gas l.p. UVSELP246 el 12 de septiembre de 2022. Auto-tanques.
- Dictamen no. UVSELP246-007-0889/2022 en cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-007-SESH-2010 “Vehículos para el transporte y distribución de gas l.p. – condiciones de seguridad, operación y mantenimiento”, otorgado por la Unidad de Inspección en material de gas l.p. UVSELP246 el 12 de septiembre de 2022. Auto-tanques.
- Dictamen no. UVSELP246-007-0890/2022 en cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-007-SESH-2010 “Vehículos para el transporte y distribución de gas l.p. – condiciones de seguridad, operación y mantenimiento”, otorgado por la Unidad de Inspección en material de gas l.p. UVSELP246 el 12 de septiembre de 2022. Vehículos de reparto.
- Dictamen no. UVSELP246-007-0891/2022 en cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana NOM-007-SESH-2010 “Vehículos para el transporte y distribución de gas l.p. – condiciones de seguridad, operación y mantenimiento”, otorgado por la Unidad de Inspección en material de gas l.p. UVSELP246 el 12 de septiembre de 2022. Vehículos de reparto.
- Dictamen no. UVSELP246-011/1-0026/2022 en cumplimiento de la NOM-011/1-SEDG-1999 “Condiciones de seguridad de los recipientes portátiles para contener Gas L.P. en uso”, otorgado por la Unidad de Inspección UVSELP246 el 26 de agosto de 2022.

Documentos técnicos:

- Póliza de responsabilidad civil expedida por seguros Inbursa, S.A. de C.V., a favor de Adigas asociación de distribuidores de gas l.p. del interior, A.C. fecha de vencimiento 19 de junio del 2024.
- Reporte técnico tipo E, distribución mediante planta de distribución no. DPD/UVSELP004-C/0011/27-04-2017 fecha 27 de abril de 2017.
- Solicitud de ayuda mutua a Protección Civil sellado por la presidencia municipal, Protección Civil, Cd. Madera, Chih. Administración 2021-2024.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

- Acuse del trámite: Registro de Generador de residuos peligrosos sellado por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al medio Ambiente del sector hidrocarburos el 12 de septiembre del 2018.

Mantenimiento, capacitación y simulacro:

- Calendario semestral, anual y 5 años de mantenimiento a planta 2023.
- Mantenimiento unidades junio 2023.
- Mantenimiento pipas mayo 2023
- Programa de inducción, capacitación, entrenamiento y reentrenamiento, año 2023.
- Programa anual de simulacros, año 2023.

Memorias:

Memoria técnica de la planta de almacenamiento para distribución de gas l.p. propiedad de la empresa Gas El Sobrante, S.A. de C.V. en las siguientes áreas:

- Memoria del área civil.
- Memoria del área mecánica
- Memoria del área eléctrica
- Memoria del área contra incendio y seguridad.

Planos:

- Plano métrico en base a la NOM-001-SESH-2014, octubre 2022.
- Plano Civil, en base a la NOM-001-SESH-2014, octubre 2022.
- Plano Mecánico en base a la NOM-001-SESH-2014, octubre 2022.
- Plano eléctrico en base a la NOM-001-SESH-2014, octubre-2022.
- Plano: seguridad en base a la Nnom-001-sesh-2014, octubre 2022

Identificación y delimitación de nodos

Para realizar una mejor evaluación durante el análisis preliminar y de conformidad con las actividades realizadas en la planta de distribución de gas l.p. se procede a realizar la división de los nodos, los cuales son las siguientes:

No.	Nodo	Descripción
1	Recepción de semirremolques.	Trasiego de GLP del semirremolque a los recipientes de almacenamiento mediante el compresor 1 marca Corken modelo 490 con capacidad nominal de 677.51 L.P.M. (179 G.P.M.) acoplado a un motor de 15 H.P.
2	Almacenamiento de gas l.p.	Guarda temporal de GLP en un recipiente cilíndrico horizontal de capacidad de 250,000 litros.
3	Suministro de gas l.p. a auto-tanques.	Trasiego de GLP del recipiente de almacenamiento a los auto-tanques mediante la bomba 1 marca Blackmer modelo LGL-2E con una capacidad de 303 LPM a una presión diferencial de 5 kg/cm ² y acopladas a motores de 7.5 H.P.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

No.	Nodo	Descripción
4	Llenado de recipientes transportables	Trasiego de GLP del recipiente de almacenamiento a los recipientes transportables mediante las bomba 2 marca Blakmer modelo LGL-2E con una capacidad de bombeo de 303 LPM (80 GPM) a una presión diferencial de 5 kg/cm2 y acopladas a motores de 7.5 H.P.
6	Vaciado de recipientes transportables	Integrado por un tanque de almacenamiento 300L, con tubo desfogue y válvula de bola.
7	Auto - tanque	Vehículo automotor que en su chasis tiene instalado en forma permanente un recipiente no transportable para contener Gas L.P. utilizado para la distribución, por lo que cuenta con un sistema de trasiego propio.
8	Distribución y venta	Distribución del Gas L.P. al usuario final, a través de unidades de transporte (auto-tanques) y vehículos de reparto así como el resguardo de unidades, dentro de las instalaciones, fuera de horarios laborales o en espera de comenzar con la actividad de distribución.
9	Sistema contra incendio	Se cuenta con dos bombas para el arranque del sistema contra incendio. Una bomba de combustión interna y otra de motor eléctrico.
10	Sistema Neumático	El sistema neumático que alimenta a la válvulas electro neumáticas, está compuesto por un compresor, tuberías distribuidas en la planta de distribución de gas l.p.
11	Sistema eléctrico	Se compone de un transformadores, 1 tablero eléctrico, controles eléctricos y una planta generadora de electricidad de emergencia.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

III. INFORME DE RESULTADOS

A continuación, se anexan las hojas de trabajo derivadas del Análisis Preliminar realizado a las instalaciones de la planta de distribución de gas l.p.:

Tabla V. 5: Hojas de trabajo - desarrollo metodología "PreHa".

Planta de distribución de gas l.p. - Gas El Sobrante, S.A. de C.V. – Cd. Madera				Fecha de reunión: julio 2023
Número de Plano: Plano Mecánico				Equipo: JKM, YCL, CMF
Peligro	Causa	Efecto	Categoría de peligro	Recomendación de medidas correctivas/preventivas
Recepción de semirremolques	Movimiento inesperado de la unidad de semirremolque.	Ruptura de la interconexión semirremolque – toma de recepción.	II	Se recomienda que en las tomas de recepción de semirremolques haya calzas, para el correcto procedimiento de descarga de semirremolques.
	Error operacional durante el acoplamiento. (Falta de entrenamiento / experiencia).	Liberación continua de material inflamable (GLP) en fase líquida a través de la válvula de descarga del semirremolque.	III	Los procedimientos deberán de estar debidamente indicados y visibles al personal operativo en las áreas donde se realiza trasiego de gas l.p.
	Insuficiente etiquetado (capacidad de lectura o confusión con instrumentación/válvulas de las tomas de recepción).	Confusión en la operación de válvulas.	IV	---
	Relevo de las válvulas hidrostáticas en el compresor de trasiego de gas l.p..	Liberación continua de material inflamable (GLP) con posibilidad de formación de un dardo de fuego y/o explosión de nube de vapor.	III	El compresor deberá de contar con tubería de desfogue, y la descarga no debe dirigirse a ningún elemento de la planta de distribución.
	Incendio ocasionado por la fuga de gas l.p.	Incidencia de radiación térmica sobre el semirremolque.	II	---
Almacenamiento de gas l.p.	Sobrellenado de los recipientes de almacenamiento de gas l.p.	Desfogue de gas l.p. a la atmósfera a través de las válvulas de seguridad.	II	Realizar una inspección visual y dar mantenimiento preventivo a las válvulas





Planta de distribución de gas l.p. - Gas El Sobrante, S.A. de C.V. – Cd. Madera				Fecha de reunión: julio 2023
Número de Plano: Plano Mecánico				Equipo: JKM, YCL, CMF
Peligro	Causa	Efecto	Categoría de peligro	Recomendación de medidas correctivas/preventivas
				de relevo de presión como mínimo 2 veces al año;
	Impacto mecánico sobre la superficie del tanque.	Fractura del recipiente de almacenamiento	I	---
	Falla en el rotogage, manómetro y termómetro.	Errores en la lectura de los instrumentos, posible sobrellenado del tanque de almacenamiento.	III	Los accesorios del recipiente de almacenamiento, debe reemplazarse conforme al tiempo de vida útil establecido por el fabricante
Suministro a auto-tanques	Desconexión de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque.	Inadecuada conexión entre el acoplador de la manguera de líquido y a válvula del auto-tanque.	IV	Dar mantenimiento y, en su caso, el reemplazo del dispositivo de separación de la manguera, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
	Daño mecánico en el sello de la bomba.	Cavitación de la bomba y/o vibración excesiva.	III	
Llenado de recipientes transportables	Desgaste de soldadura del fondo de uno de los recipientes transportables.	Fuga instantánea del contenido de un recipiente transportable.	II	Para la revisión previa y posterior al llenado de los recipientes se debe cumplir con lo dispuesto en la NOM-011/1-SEDG-1999
Vaciado de recipientes transportables	Mal acoplamiento	Fuga en el acoplamiento entre el recipiente transportable y el tanque de vaciado.	II	Se debe dar mantenimiento anual al sistema para el vaciado de GLP de los recipientes
Distribución y venta	Exceso de velocidad	Volcadura de la unidad presentando fractura	I	---
	Daño mecánico en el sello de la bomba del auto-tanque.	Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico.	II	---
Auto - tanque	Arreglos improvisados sobre el auto-tanque	Fuga de gas l.p.	II	---





Planta de distribución de gas l.p. - Gas El Sobrante, S.A. de C.V. – Cd. Madera				Fecha de reunión: julio 2023
Número de Plano: Plano Mecánico				Equipo: JKM, YCL, CMF
Peligro	Causa	Efecto	Categoría de peligro	Recomendación de medidas correctivas/preventivas
	Calentamiento del recipiente debido a un incendio.	Desfogue de la válvula de seguridad.	II	----
	Incidencia de radiación térmica sobre el recipiente no transportable	Perdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie	I	----
Sistema contra incendio	Bajas temperaturas	Congelamiento del agua contenida en las tuberías del sistema contra incendio.	II	Realizar las pruebas correspondientes sobre el buen funcionamiento de las bombas del sistema contra incendio, las cuales deberán quedar registradas en la bitácora de mantenimiento. Realizar pruebas de presión mínima en los hidrantes, en el punto hidráulicamente más desfavorable. Dicha presión deberá ser: a) Hidrantes de 38 mm (1 ½ pulgadas): 441.3 kPa (4.5 kgf/cm ²) (65 psi), e b) Hidrantes de 63.5 mm (2 ½ pulgadas): 686.5 kPa (7 kgf/cm ²) (100 psi).
Sistema Neumático	Falta de aceite en el cráter	Daño en el motor.	IV	---
Sistema eléctrico	Falta de mantenimiento y de medición de la resistencia de la puesta a tierra.	Falta de control en la generación de electricidad estática.	IV	---



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Conclusiones y recomendaciones del Análisis Preliminar (PreHa)

De acuerdo a los resultados obtenidos del “Informe de Resultados” se determinó que aquellos escenarios con evaluación numérica entre I y II correspondiente a una evaluación de “Catastrófico” y “Crítico” y que, conforme a la matriz de evaluación obtenida de *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures*, se espera realizar un segundo análisis con la metodología What if...?.

1. Se recomienda que en las tomas de recepción de semirremolques haya calzas, para el correcto procedimiento de descarga de semirremolques.
2. Los procedimientos deberán de estar debidamente indicados y visibles al personal operativo en las áreas donde se realiza trasiego de gas l.p.
3. El compresor deberá de contar con tubería de desfogue, y la descarga no debe dirigirse a ningún elemento de la planta de distribución.
4. Realizar una inspección visual y dar mantenimiento preventivo a las válvulas de relevo de presión como mínimo 2 veces al año.
5. Los accesorios del recipiente de almacenamiento, debe reemplazarse conforme al tiempo de vida útil establecido por el fabricante.
6. Dar mantenimiento y, en su caso, el reemplazo del dispositivo de separación de la manguera, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
7. Para la revisión previa y posterior al llenado de los recipientes se debe cumplir con lo dispuesto en la NOM-011/1-SEDG-1999.
8. Se debe dar mantenimiento anual al sistema para el vaciado de GLP de los recipientes.
9. Realizar las pruebas correspondientes sobre el buen funcionamiento de las bombas del sistema contra incendio, las cuales deberán quedar registradas en la bitácora de mantenimiento.
10. Realizar pruebas de presión mínima en los hidrantes, en el punto hidráulicamente más desfavorable. Dicha presión deberá ser:
 - a) Hidrantes de 38 mm (1 ½ pulgadas): 441.3 kPa (4.5 kgf/cm²) (65 psi), e
 - b) Hidrantes de 63.5 mm (2 ½ pulgadas): 686.5 kPa (7 kgf/cm²) (100 psi).



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V .	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN	
	Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

V.1.2 Antecedentes de accidentes e incidentes en proyectos similares

Las principales fuentes de información por las que se ha obtenido detalles de los accidentes son los medios informativos de periódicos y televisión, además del uso de artículos y bases de datos históricos contenidos en internet.

⇒ **Antecedentes de accidentes e incidentes en plantas de distribución de gas l.p.**

La base de datos MHIDAS (Major Hazard Incident Data Service) fue desarrollada por el Safety and Reliability Directorate) que pertenece Al AEA Technology en representación del Major Hazards Assessment Unit del United Kingdom Health and Safety Executive, el cual ha recogido alrededor de 11,000 registros de accidentes detallados que involucran sustancias o materiales peligrosos que han provocado o tienen el riesgo potencial de producir un impacto grave en la sociedad.

Dichos accidentes reportados se clasifican de distinta manera de acuerdo con el “Tipo de Incidente”, los cuales se definen los siguientes tipos de incidentes catalogados:

No.	Tipo de incidente	Definición
1	Explosión	Liberación de energía produciendo gas a una temperatura, presión y velocidad tales como para causar daños a los alrededores.
1a	Explosión física	Explosión de un sistema físico que no involucra necesariamente ninguna ignición. Por ejemplo, rotura de un depósito a presión (no incluye Bleve).
1b	Explosión no confinada	Explosión en aire libre de una nube formada por una mezcla de gas o vapor inflamable con aire.
1c	Explosión confinada	Explosión de una mezcla de aire combustible en un sistema cerrado.
1d	Explosión de polvo	Explosión de una suspensión de polvo en aire
1e	Explosión de mezcla de L-G	Explosión de una dispersión de líquido en gas (diámetro de partículas de líquido 0.1E-6 a 5000E-6 metros)
1f	Explosión fase densa	Explosión causada por la reacción química de un material sólido o líquido.
1g	Explosión - Bleve	Rotura súbita de un depósito o sistema que contiene gas licuado presurizado debido al contacto directo de un fuego.
2	Fuga	Fuga donde no se sabe si es instantánea o continua
2a	Fuga instantánea	Escape de una cantidad de material en un corto espacio de tiempo (normalmente unos pocos segundos).
2b	Fuga continua	Escape de material con un caudal que se mantiene por un periodo prolongado.
2c	Charco	Formación de charco de líquido
3	Incendio	Proceso de combustión caracterizados por calor, humo, o llama o cualquier combinación de estos.
3a	Incendio de charco	Incendio donde el combustible está en forma de charco de líquido en la base del incendio.
3b	Incendio de nube de vapor	Combustión de una mezcla inflamables de vapor en la cual la velocidad de la llama es inferior a la del sonido. Los daños generados por la sobrepresión son despreciables (combustión no explosiva).



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

No.	Tipo de incidente	Definición
3c	Bola de fuego	Incendio que quema lo suficientemente rápido para que la masa quemada se eleve en el aire como una nube o bola.
3d	Dardo de fuego	Combustión de material que sale con una inercia significativa de un orificio.
3e	Incendio de tanque	Incendio quemando en un tanque o depósito
3f	Tormenta de tanque	Incendio de área extremadamente grande que puede provocar un gran movimiento de aire que puede alcanzar la fuerza de un huracán.
4	Nube de gas	Mezcla aire/gas dentro de una particular envolvente de concentración límite (y densidad no definida).
4a	Nube de gas pesado	Nube de gas más pesada que el aire que la rodea inmediatamente después de la fuga.
4c	Nube de gas flotante	Nube de gas que es más ligera que el aire que la rodea.

De acuerdo con 2,906 incidentes “Tipo Explosión” analizados dentro de esta categoría se determinó que, el 88.51% correspondía a una explosión genérica, el 3.37% a una no confinada, en masa 2.34%. tipo Blevé 2.10%, de polvo 1.96%, explosión física 1.58%, y de aerosol con un 0.14%. donde la principal fuente es de tipo genérica, es decir, el 88.5% de los casos no han sido clasificadas.

Asimismo, hay un campo denominado como “Causas generales del incidente” y “Causas específicas”, en el cual se describe para cada registro causas general del incidente ocurrido, los códigos se describen a continuación, los cuales recogen prácticamente la totalidad de casos posibles:

Tabla V. 6: Causas generales y específicas del incidente

Causa general del incidente	Definición	Causa específica
Mecánica	Fallo mecánico	Por sobrecalentamiento
		Por sobrecarga
		Por sobrepresión
		Corrosión
		Fallo de soldadura
		Fatiga
		Fallos metalúrgicos
		Uso de materiales incompatible
		Fuga por acoplamiento o brida
		Fuga en prensaestopas
		Fallo en válvula de alivio
		Fallo en manguera
		Fallo frágil
Humano	Factor humano	Operaciones generales
		Sobrellenado
		Accidente en el drenaje
		Venteo en el drenaje
		Mantenimiento general
		Fallo por aislamiento / drenaje antes de desacoplamiento.
		Error de dirección general
Comunicaciones		





Causa general del incidente	Definición	Causa específica
		Procedimientos
		Error de diseño
		Error en la instalación
		Error en la construcción
Instrumento	Fallo de instrumentación	De un controlador
		De un indicador
		De una alarma
		De un sistema de bloqueo
		De un sistema de control por ordenador
Servicio	Fallo de servicio	Electricidad
		Agua
		Gas
		Aire comprimido o nitrógeno
		Aire de instrumentos
Reacción	Reacción violenta	Vapor
		Combustión interna
		Explosión confinada
		Reacción fuera de control
Externo	Eventos externo	Incendio exterior
		Explosión exterior
		Terremoto
		Fallo del terreno o erosión
		Inundación
		Rayo
		Viento huracanado
		Temperaturas extremas
Sabotage		

Dentro de las causas generales del incidente, se tiene el reporte de 8,546 los cuales el 83.48% tienen una causa conocida, mientras que el 16.52% correspondiente a 1,412 registros se desconoce la causa.

Dentro de los registros con causa conocida se determinó que el 25.92% son causas externas (un rayo, un incendio, etc.), el 25.15% son de factor humano, el 24.26% de fallo mecánico, el 7.02% por reacción violenta, el 3.38% por fallo de instrumentación y el 0.76% por fallo de servicios.

Dentro de los datos para “causas específicas externas”, los terremotos son la principal fuente de iniciación de un incidente con el 16% de un total de 1849 incidentes analizados, mientras que para el caso de “causas específicas por factor humano” se identifica que, las de tipo gerencial con un 12%, venteo accidental 11% y de conexión, de comunicación y de sobrellenado con un 8%, por lo que una gran parte podrían ser debidas al “descuido del operario” o una mala organización por parte del jefe de la planta.

Dentro de las causas por fallo en instrumentación se encuentran los fallos de los sistemas de bloqueo (28%) son las causas específicas principales seguidas por los fallos por controlador (23%) y los fallos del sistema de alarma (18%). De acuerdo a las “causas



específicas por fallo mecánico” en conformidad con los datos el 11.55% son por fragilización del material.

Dentro de las causas específicas por “fallo por servicios”, sobresalen el fallo de servicios como:

- Aire comprimido (28%)
- Electricidad (22%)
- Gas (22%)

Finalmente se presenta una categorización por fuentes de ignición según tipos básicos en donde se clasifican por chispas eléctricas (34.95%), llama libre (26.32%), superficies calientes (17.47%), auto ignición (12.21%) y chispas por rozamiento (9.05%) de un total de 475 incidentes.

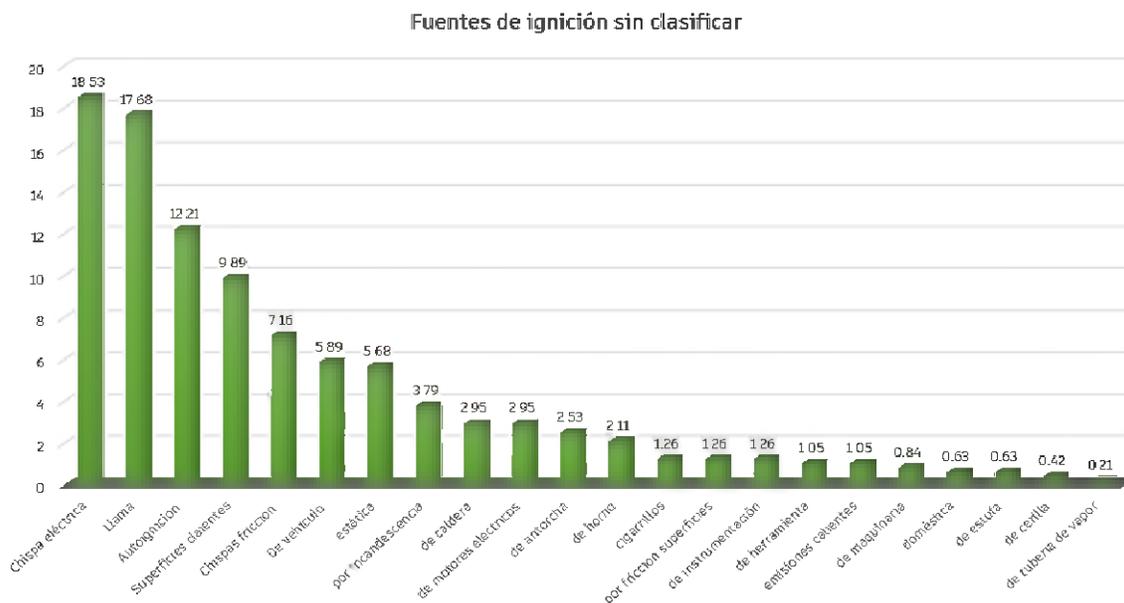


Figura V. 1: Fuentes de ignición

⇒ **Antecedentes de accidentes durante las actividades de distribución de gas l.p.**

En el artículo denominado “Integración de una base nacional de datos de Accidentes durante el Transporte de Gas L.P. (BNDAR@GLP) 1998-2009: Sustento para un estudio de evaluación de riesgo”, se analizan accidentes dentro de un periodo de 1998 a 2009 relacionados con el transporte de gas l.p. y su distribución, así como las diversas causas que originaron dichos eventos.

Dentro de estos se contempla que el 54% del gas l.p. distribuido a los usuarios mediante cilindros portátiles y el otro 46% mediante alimentación con auto tanques a tanques estacionarios y mediante redes de distribución (SENER, 2007).

Distintos autores realizan la clasificación de la distribución de accidentes de acuerdo con lo siguiente:

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

1. Distribución de accidentes según las causas que lo originan
2. Distribución de accidentes con materiales peligrosos según suceso inicial
3. Distribución de accidentes con gas l.p., según tipo de accidente
4. Distribución de accidentes con gas l.p., según causa de inicio
5. Accidentes con materiales peligrosos según la actividad

De acuerdo con Cruz-Gomez (2009), la clasificación por las causas que lo originan se establece de la siguiente manera:

Tabla V. 7: Causas que lo originan

Causas que lo originan	Porcentaje
Fallo humano	6 %
Fallo mecánico	10 %
Difusiones de proceso	4 %
Causas extremas	30 %
Colisión	15 %
Accidentes carretera	13 %
No identificadas	22 %

Tabla V. 8: Accidentes según el suceso inicial

Suceso iniciador	Porcentaje
Fuga + Inc. + Exp	16%
Fuga + Explosión	1%
Incendio + Explosión	14%
Fuga + Incendio	13%
Fuga	17%
Incendio	18%
Explosión	5%
Derrame en agua	8%
No identificadas	1%
Sin consecuencias	7%

Tabla V. 9: Distribución de accidentes con Gas L.P. , según tipo de accidente

Según tipo de accidente	Porcentaje
Flash fire	34%
Fuga	19%
Bleve	17%
UVCE	15%
CVE	15%

En todo el país existen aproximadamente 6,400 auto tanques (que transportan entre 5,500 y 13,000 litros), para el reparto de Gas LP a tanques estacionarios (desde 100 hasta 5,000 litros de capacidad). Hay casi 13,800 vehículos destinados a repartir los casi 15 millones de recipientes portátiles en circulación (de 10, 20, 30 y 45 kg de Gas LP) y, aproximadamente, 2,395 remolques y dobles semirremolques (con capacidades desde 45,000 hasta 70,000 litros) para el transporte terrestre de Gas LP entre las plantas de suministro y los distribuidores privados (SENER, 2007).



Por lo que algunas bases de datos clasifican los accidentes reportados y analizados de la siguiente manera:

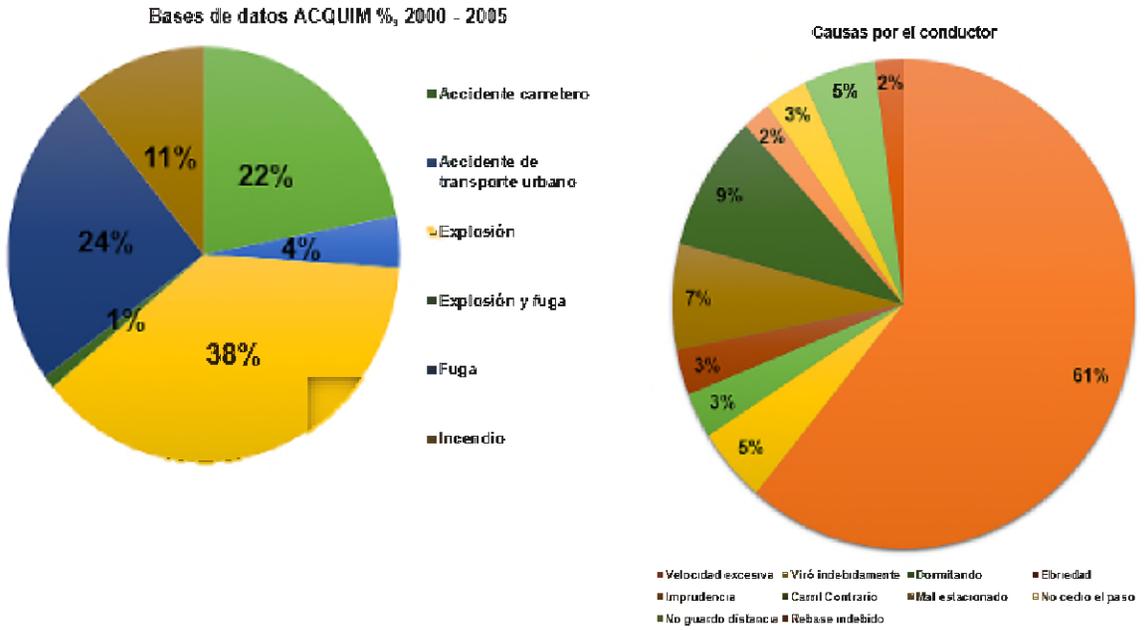


Figura V. 2: Clasificación de las causas de accidentes durante la distribución de gas l.p.

De la información disponible al público con respecto a datos actualizados, que reflejan la realidad del transporte de materiales peligroso en México, especialmente de la sustancia fácilmente identificable y directamente relacionada con la población general, el gas l.p., la mayor incidencia de ellos se debe directamente al factor humano (50%).

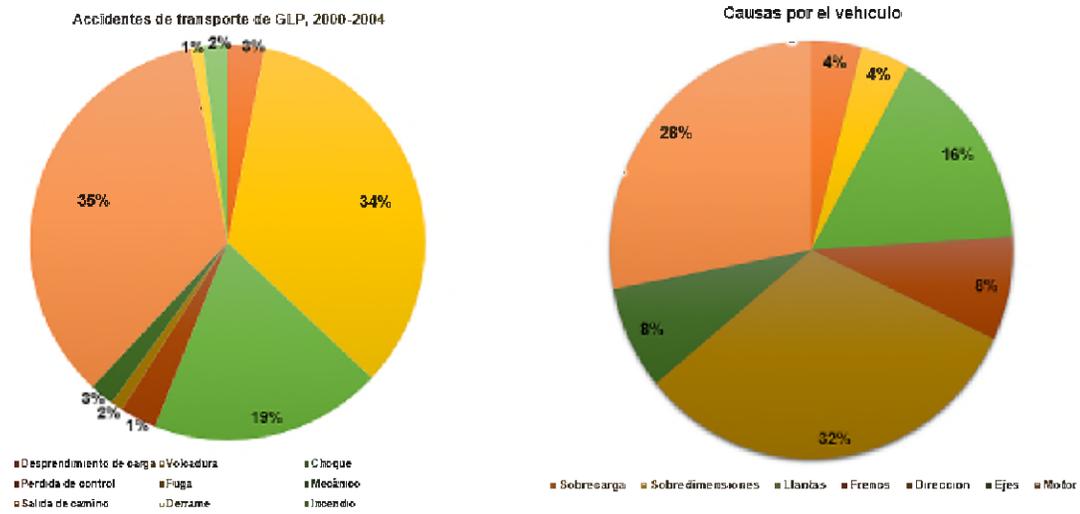


Figura V. 3: Causas iniciales que originan los incidentes durante la distribución de gas l.p.

En la base de datos accesibles al público se reportan los siguientes incidentes y accidentes que involucran al gas l.p. dentro de los cuales se visualizan en las gráficas anteriores, donde



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

se describe que el mayor porcentaje de los accidentes originados es por volcadura con un 34% mientras que el 32% de estos la causa original es por el fallo de dirección.

En la historia se registran accidentes con GLP tal es el caso del accidente ocurrido en las instalaciones de la Terminal de PEMEX en San Juan Ixhuatepec en la zona conurbana de la Ciudad de México en 1984 entre otros a nivel mundial, de los cuales se presentan los casos de mayor impacto a nivel nacional.

El siguiente listado de antecedentes de incidentes (tabla V.10) fungirá como base para la determinación de las principales causas que han sucedido en industria que se dedica al trasiego y distribución de gas l.p., y las cuales se han estudiado para determinar el alcance y efectos que ha conllevado su ocurrencia.



Tabla V. 10: Registro de incidente de accidentes reportados en México

No.	Año	Ciudad	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
1	1984	San Juan Ixhuatepec, Ciudad de México	Explosión de varios de los contenedores de gas LP que produjo un incendio de una magnitud tal que los efectos continuaron manifestándose durante varios días posteriores, aún en la zona residencial aledaña. El accidente ocurrió a 20 km hacia el norte de la ciudad de México donde Pemex tenía un almacenamiento y centro de distribución grande de GLP.	Gas LP. Todos los tanques contenían esencialmente propano y butano presurizados.	2 esferas de 2,400m ³ . 4 esferas de 1,600m ³ , 4 cilindros de 270m ³ . 14 cilindros de 180m ³ , 21 cilindros de 36m ³ . 6 cilindros de 54m ³ . 3 cilindros de 45m ³ . El cuarto de control, la casa de bombas y las bombas contraincendios.	No existe información clara que explique el inicio del accidente. Se cree que uno de los contenedores de 54 m ³ fue sobrellenado y produjo una ruptura en una tubería de 20 cm de diámetro conduciendo el gas de alimentación que venía desde refinerías remotas. Los registros definitivamente mostraron una disminución en la presión iniciando a las 5:10 a.m.	La explosión dejó un cráter de 200 m de radio con, oficialmente, 503 personas muertas y 7,000 heridas y con cerca de 1 km de radio de afectación a viviendas.	Se activó el plan de emergencia de la planta incluyendo a la refinería cercana, con el monitoreo de la nube de gas, se activó el plan de emergencia externo que incluye al cuerpo de bomberos municipal, las autoridades municipales y la policía. Se evacuó al personal no necesario para las operaciones de respuesta de emergencia.	López-Molina, Antico, Vázquez-Román, Richart, & Díaz-Ovalle, Christian. (2012). Aprendizajes del Accidente de San Juan Ixhuatepec-México. <i>Información tecnológica</i> , 23(6), 121-128. .
2	1986	Tabasco, México	Escape tóxico.	Gas L.P	Información no disponible	Fuga en una tubería de gas natural cerca de Cárdenas.	Dos personas intoxicadas, y más de 20,000 evacuadas.	Información no disponible	Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. CENAPRED 2014.
3	1996	México	Liberación de butano licuado (Gas LP) de una tubería de 6" instalada debajo de un tanque esférico vacío de 6000 m ³	Butano comercial. No está claro qué cantidad estuvo implicada. Los primeros datos de la compañía indican 70 toneladas de las cuales 30 toneladas fueron liberadas	Tubería de 6" instalada debajo de un tanque esférico vacío de 6000 m ³	Actualmente, la hipótesis es que la válvula que conectaba la tubería (abierta a la atmósfera) con el rack de tuberías se abrió espontáneamente, o que la causa del accidente fue una falla del mecanismo de control de la válvula.	Los efectos fueron sobre todo debidos a la radiación y la sobrepresión, causada por la deflagración, aparte de las estructuras afectadas dentro de la nube en el momento de la explosión, 18 personas fueron afectadas, de las cuales, 3 fueron particularmente afectadas por la radiación y 4 por la sobrepresión. Los más seriamente afectados fueron dos trabajadores quemados, que estaban a aproximadamente 50 - 70	Por una parte, el plan de emergencia interno de la compañía fue activado, el cual preveía la evacuación y la activación de diversas salvaguardias, como los sistemas de enfriamiento de los tanques, algunos de los cuales fallaron. Por otra parte, el plan de emergencia externo fue activado, lo que significó que los oficiales públicos bloquearan el acceso en un área de 350 m alrededor de la compañía y la evacuación de las compañías en esta área.	-----



No.	Año	Ciudad	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
				antes del incendio (ignición de la nube).			metros de distancia del fuego, uno de los cuales murieron como consecuencia de las quemaduras. Los daños a los edificios próximos, el edificio de la estación de llenado con los serios daños estructurales, oficinas con grietas en las paredes, ruptura de ventanas a 120 metros de distancia de la compañía.		
4	1997	Tijuana. México.	Compañía de Gas de Tijuana centro de distribución en el boulevard Lázaro Cárdenas sin número y boulevard Federico Benítez López, delegación La Mesa.	Propano.	Planta de distribución de gas licuado.	Las tuberías, incluyendo la tubería de expansión, que era parcialmente subterránea, se rompieron como consecuencia de la corrosión externa. Esto causó varias fugas de gas licuado en el suelo.	Falleció un trabajador y otro sufrió lesiones considerables.	Información no disponible	Gaceta Parlamentaria, Número 3875-VI.
5	1998	México	Liberación de butano en una instalación de gas licuado.	Butano. Cantidad implicada: aproximadamente 150 L.	Planta de suministro de gas licuado	Falla en una válvula de sobre flujo causó la liberación de cerca de 150 l de butano líquido. Las bombas de alimentación de gas licuado estaban fuera de operación también, de modo que en las condiciones de temperatura externas (aproximadamente -5 °C) la presión sobre la válvula de sobre flujo era solo la presión estática de la tubería de gas licuado. Por lo tanto, la función de apertura de la válvula no estaba activada.	Las características del daño (una grieta con una longitud de 12 milímetros) y daños a la instalación.	Después del inicio de la falla (accidente), las válvulas de cierre fueron cerradas y el gas remanente fue enviado al quemador. La válvula de sobre flujo defectuosa fue retirada y la tubería fue bloqueada con una brida ciega. Fuera de la instalación, los caminos fueron bloqueados y se llevaron a cabo mediciones de gas.	-----
6	2001	México	Liberación de Gas LP en fase gas de la conexión de una de dos válvulas de seguridad.	Gas L.P.	Tanque de almacenamiento No. 1, ubicado en la granja de tanques de Gas LP. la cual	La liberación de Gas LP ocurrió durante las operaciones de desmantelamiento de una de las dos válvulas de relevo para realizar la prueba periódica de eficiencia. La presión en el tanque fue de 18 bars.	El accidente causó daño a los dispositivos de seguridad del tanque y la pérdida de 12.5 toneladas de Gas LP.	Inmediatamente alerto al gerente de almacenes quien activó el procedimiento de alarma del plan de emergencia interno.	-





No.	Año	Ciudad	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
					consiste de 4 tanques horizontales con una capacidad de 300 m ³ cada uno y de 3 tanques horizontales de 200 m ³ cada uno; para una capacidad total de almacenamiento de 1800 m ³ .	Cerca de las 11am., después de inhabilitar la válvula, un trabajador de mantenimiento comenzó a desatornillar la válvula. En un momento durante el aflojamiento de la conexión de la válvula y la tubería de descarga a la que estaba conectado, estas fueron proyectadas y comenzó la liberación violenta de Gas LP en fase gas del tanque. La liberación continuó sin algún otro suceso asociado hasta que la brigada de bomberos municipal interrumpió la liberación sellando la base de la válvula. De acuerdo con el gerente de seguridad de la compañía, aproximadamente 12.5 toneladas de Gas LP fueron liberadas.		Considerando el resultado de la investigación técnica realizada la compañía decidió sustituir la válvula ensamblada; y todas las válvulas semejantes instaladas en los demás tanques. La instalación fue cerrada por la autoridad judicial local competente y posteriormente se llevó a cabo una investigación técnica	
7	2002	México	Ruptura de una válvula de bola instalada en la tubería de descarga del tanque.	Gas LP. Cantidad liberada: 15,000 a 16,000L, correspondientes a un total de 120m ³ .	Almacenamiento de Gas LP en 4 tanques aislados con una capacidad de 150 m ³ , cada uno.	La válvula era vieja; el desgaste en la cuerda de la rosca de la válvula causó la liberación del Gas LP en fase líquida. La válvula nunca había sido revisada.	Se formó una nube de gas. No hubo ningún efecto inmediato porque la nube no se incendió	Se activó el plan de emergencia de la planta incluyendo a la refinería cercana, con el monitoreo de la nube de gas, se activó el plan de emergencia externo que incluye al cuerpo de bomberos municipal, las autoridades municipales y la policía. Se evacuó al personal no necesario para las operaciones de respuesta de emergencia. Posteriormente, las válvulas similares fueron substituidas también en los otros tanques, las nuevas válvulas instaladas tienen un diseño mejorado de seguridad (una mejor tecnología).	-----





No.	Año	Ciudad	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
8	2015	Cuajimalpa, México	Explosión de una pipa con Gas L.P.	Gas L.P	Hospital de Maternidad Cuajimalpa, D.F	Fuga en una manguera de la pipa, muy cercana a la pipa, en una válvula” generando una nube de gas.	3 muertos y 39 personas hospitalizadas, 18 reportadas como graves y la destrucción del 70% de la instalación del hospital de maternidad.	Al detectarse la fuga se da aviso al cuerpo de bomberos y se comenzó a evacuar al hospital. Ocurre la explosión, pero no todas las personas logran ser evacuadas. Los bomberos combaten el fuego y se localizan víctimas.	Redacción por periódico el “ECONOMISTA”. 31 de enero de 2015. https://www.eleconomista.com.mx/politica/Cronologia-de-la-explosion-en-el-hospital-de-Cuajimalpa-20150131-0010.html
9	2015	Coscomatepec, Veracruz	Explosión en estación de gas LP	Gas L.P.	Estación de carburación de Gas LP	Había tanques supuestamente vacíos en la bodega, que probablemente tenían remanentes acumulados y que posiblemente causaron el flamazo	3 trabajadores lesionados con quemaduras de tercer grado; no daño a la población aledaña	El personal del cuerpo de Bombero y elementos de la Cruz Roja llegaron al sitio para sofocar el incendio en tanto los heridos fueron trasladados a un hospital a Orizaba, se procedió a suspender las operaciones de la estación	Nota periodística del MILENIO por Isabel Zamudio https://www.milenio.com/estados/explo-ta-estacion-de-carburacion-de-gas-en-coscomatepec
10	2016	Torreón, Coahuila	Explosión en forma de flamazo	Gas L.P.	Estación de carburación de Gas LP de Global Gas	Se desconoce la causa, ocurrió mientras el trabajador surtía combustibles a una camioneta	1 trabajador con quemaduras de segundo y tercer grado Daño en las bombas de despacho Daño en la camioneta	Evacuación de los empleados de la estación. Vialidad cerro la circulación. Cuerpo de bomberos aseguro el lugar. Cruz roja brindo primeros auxilios al trabajador.	Nota periodística de El Siglo de Torreón https://www.elsiglo.net/torreon.com.mx/noticia/1269792.explosion-en-estacion-de-gas-deja-un-trabajador-lesionado.html
11	2019	Saltillo, Coahuila	Explosión de cilindro de gas de 20 kg.	Gas L.P	Área de muelle de llenado de cilindros de la gasera Gon Gas.	Debido a las malas condiciones del cilindro (oxidado y viejo) hubo un desprendimiento de la base del tanque de 20 kilos.	Una persona lesionada, presentó heridas de primer grado por congelamiento.	El accidente fue reportado al 911, y al lugar acudieron unidades de protección civil y bomberos los cuales brindaron primeros auxilios al lesionado.	Redacción del periódico “EL UNIVERSAL” fechado 30 de junio 2019. https://www.eluniversal.com.mx/estado-s/captan-momento-en-que-explota-





No.	Año	Ciudad	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
									tanque-de-gas-trabajador-en-saltillo
12	2020	Tonalá, Jalisco	Fuga en una válvula de dos contenedores de entre 10 mil litros.	Gas L.P	Estación de carburación de Gas LP	Fuga en una válvula de dos contenedores de entre 10 mil litros.	2 lesionado con quemaduras de primer grado 1 hombre intoxicado por el humo del incendio 5 vehículos calcinados	Elementos de Protección Civil de Jalisco junto con elementos de bomberos y Protección Civil de Tonalá, Tlaquepaque y Zapopan acudieron a sofocar el incendio con agua a presión. Elementos de la policía vial acordonaron la zona	Nota periodística del infobae https://www.infobae.com/america/mexico/2020/10/20/explosion-en-gasera-de-tonala-dejo-al-menos-3-lesionados-y-5-autos-calcinados/
13	2021	Tétela de Ocampo, Estado de Puebla	Fuga de Gas LP y una densa nube de gas	Gas L.P	Estación de carburación de Gas LP	Fuga en la manguera de la pipa que alimentaba a la estación.	-----	Autoridades y personal de la empresa controlaron la fuga. Evacuación de la población	Nota periodística de Urbano Puebla por Agencia Sierra Norte https://www.urbano-puebla.com.mx/seguridad/noticia/70884-se-registra-fuga-cerca-de-instalaciones-de-sonigas-en-tetela-de-ocampo.html
14	2023	San Nicolás de los Garza, N.L.	El domingo 01 de enero de 2023, alrededor de las 4:30 p.m. el vigilante de la planta se percató de un incendio en el área de estacionamiento de autotankers de la Planta de Distribución de Gas L.P. que opera bajo el amparo del Título de Permiso CRE: LP/14182/DIST/PLA/2016, propiedad de la empresa "Grupo Energético Garza, S.A. de C.V.", ubicada en Av. de las Torres No. 502, en la Col. Arboledas del Mezquital, en	Gas LP. Todos los tanques contenían esencialmente una mezcla de propano y butano presurizados.	15 autotankers y una unidad tipo plataforma que se encontraban estacionados en el área de estacionamiento de autotankers de la Planta de Distribución de gas l.p. ubicada al Noroeste de la Planta.	La hipótesis, es que un artefacto pirotécnico fue arrojado al interior de las instalaciones, justo en el área donde se encontraban estacionadas las unidades, el cual propició el desarrollo del incendio, provocando que el pastizal en dicha área comenzara a arder y alcanzara a un grupo nutrido de neumáticos ubicados a un costado de uno de los autotankers, lo que propició el aumento de la velocidad de propagación del fuego.	Evacuación de la población aproximadamente 1,800 personas de 650 domicilios colindantes. Daño mayor a 15 unidades de auto - tankers. Daño mayor a una unidad de plataforma. Daño mayor a un vehículo honda. Daño a cristales de ventanas de 283 viviendas.	Se activó el plan de emergencia de la planta incluyendo a la refinería cercana, con el monitoreo de la nube de gas, se activó el plan de emergencia externo que incluye al cuerpo de bomberos municipal, las autoridades municipales y la policía. Se evacuó al personal no necesario para las operaciones de respuesta de emergencia.	Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental (SICA)





No.	Año	Ciudad	Evento	Sustancia involucrada	Instalación	Causa (s) del accidente o incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención	Fuente consultada
			<p>San Nicolás de los Garza, estado de Nuevo León.</p> <p>El vigilante y vecinos de la zona refieren que previo al incendio en dicha área, gente se encontraban "tronando" cuetes en el espacio de recreación que se encuentra ubicado por el lindero sureste de la planta, así mismo, refieren que posterior al incendio sobrevino una explosión y otras dos de menor intensidad. El incendio inicial en dicha área provocó la propagación del fuego y las tres explosiones registradas posteriormente, afectando 15 auto-tanques y una unidad tipo plataforma</p>						



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

V.1.3 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y DE ESCENARIOS DE RIESGO.

Para determinar los posibles escenarios de riesgo que pudieran presentarse durante la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. perteneciente a “Gas El Sobrante, S.A. de C.V.” se retoman los antecedentes de incidentes en instalaciones similares y dentro de la misma empresa, y el análisis preliminar de peligros para los que ya se consideraron los riesgos inherentes, así como las propiedades fisicoquímicas de las sustancias involucradas, Gas L.P., los planos de las instalaciones y los procedimientos de operación.

Debido a que en la instalación se llevan a cabo únicamente operaciones de trasiego, es decir, la transferencia de Gas L.P. de un recipiente a otro, sin necesidad de efectuar reacciones químicas u operaciones unitarias, y de acuerdo a la naturaleza de las eventualidades que se pudieran suscitar en las instalaciones, el grupo multidisciplinario de CASIPA determina hacer uso de la metodología ¿Qué pasa sí?, también conocida por su nombre en inglés What if...?

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.

Esta técnica es un método inductivo, la cual utiliza información específica de un proceso, 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 el análisis de un proceso, para identificar y evaluar qué podría salir o estar mal, por medio de la resolución a preguntas clave (generadas por un grupo de expertos, con ayuda de las listas de verificación apropiadas), lo cual permite hacer una identificación de protecciones contra estos eventos y estimar el riesgo contenido, además de sugerir las mejoras que se consideren pertinentes.

En la aplicación del método se utiliza la información técnica disponible de las instalaciones. propiedad de **Gas El Sobrante, 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 las memorias técnico descriptivas 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.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Justificación de la metodología What If...?

Para la operación de la Planta de Distribución de Gas L.P. 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 las instalaciones 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, 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...?

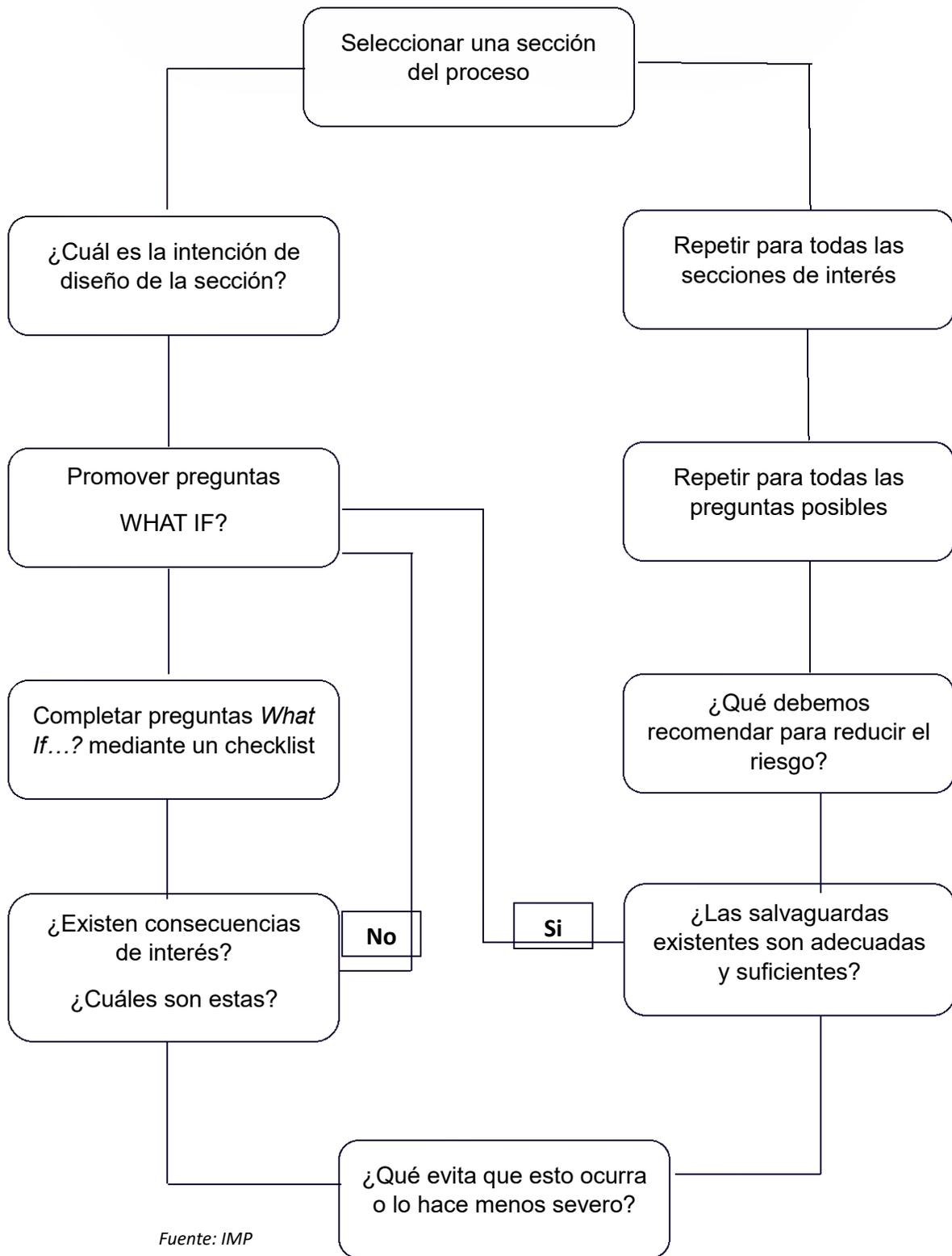
Como su nombre sugiere, el método consiste en cuestionar cuál sería el resultado por la presencia de sucesos indeseables que pudiesen provocar consecuencias adversas, por lo que para llevar a cabo la aplicación de éste es conveniente contar con documentación detallada de la *instalación* y de las actividades 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 esta 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 las *instalaciones*, se debe de caracterizar plenamente el *sistema de trasiego* y cualquier elemento perteneciente a la Planta de Distribución de Gas L.P; para poder verificar las posibles desviaciones y las condiciones normales de éstas.

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:





Fuente: IMP

Figura V. 4: Secuencia para la aplicación de la metodología What If..?

	GAS EL SOB RANTE, S. A. DE C. V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Ámbito de aplicación

Para el caso de la Planta de Distribución de Gas L.P. propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. esta metodología se aplica a cada una de las áreas operativas de la misma, así como a sus sistemas auxiliares y sistema de distribución:

- Recepción gas l.p. de semirremolques
- Almacenamiento de Gas L.P.
- Suministro de gas l.p. a auto tanques
- Llenado de recipientes transportables
- Vaciado de recipientes transportables
- Auto-tanques
- Distribución de Gas L.P. y venta
- Sistema contra incendio
- Sistema neumático
- Sistema eléctrico

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

Tabla V. 11: 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 Gas L.P.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

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, siendo estas:

Tabla V. 12: Preguntas típicas del análisis What If..?

¿Qué pasa si...	Un componente específico falla en una condición específica?
¿Qué pasa si...	Un parámetro de proceso específico (presión, flujo, nivel) es anormal?
¿Qué pasa si...	Una acción específica de operación o mantenimiento se efectúa incorrectamente?
¿Qué pasa si...	Un evento o condición externa ocurre?

Fuente: IMP

Tabla V. 13: Causas y consecuencias en procesos similares

Evento	Fallas principales
Fuga en tanque de almacenamiento	Falla en las válvulas. Falla en los accesorios. Sobrepresión en el tanque.
Fuga en equipos	Falla de compresores. Falla en bombas.
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)

	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

V.1.4. JERARQUIZACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO.

La jerarquización de riesgos tiene como objetivo ordenar los escenarios de peligro previamente identificados de mayor a menor riesgo, con la finalidad de optimizar la implementación de acciones para su control, eliminación o minimización de sus efectos.

Existen varias técnicas de jerarquización que, conforme a la información disponible, se recomienda su utilización. Para este análisis de riesgos, se utilizó también la jerarquización de riesgos de acuerdo a los criterios establecidos en el documento COMERI 144 Rev. 2/ Guía Operativa GO-SS-TC-0002-2015 Ver. 1. Utilizando la tabla de categorías de consecuencias de los eventos y la tabla de categoría de frecuencias de ocurrencia de los eventos para determinar el nivel de riesgo de cada escenario.

Las áreas en las que se jerarquizan los riesgos con este lineamiento son:

- Daños al personal.
- Efectos en la Población.
- Medio Ambiente.
- Daño en las instalaciones.

A continuación, se presentan las categorías de frecuencia, las categorías de consecuencias, así como sus correspondientes matrices de riesgo, que deben utilizarse para realizar los Análisis de Riesgos de Proceso en Petróleos Mexicanos y sus Organismos subsidiarios, se presentan a continuación (Guía Operativa GO-SS-TC-0002-2015 Ver. 1).

Tabla V. 14: Criterios de ponderación de frecuencias

Clasificación de frecuencia	Categoría	Descripción de la frecuencia de ocurrencia	Frecuencia/año
F6	Muy frecuente	Ocurre una o más veces en un año.	>1.0 (≥ 1x10E+00)
F5	Frecuente	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 1 y hasta 5 años.	>0.2 a ≤ 1.0 (> 2x10E-01 a ≤ 1x10E+00)
F4	Poco Frecuente	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	>0.1 a ≤ 0.2 (> 1x10E-01 a ≤ 2x10E-01)
F3	Raro	Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	>0.01 a ≤ 0.1 (> 1x10E-02 a ≤ 1x10E-01)
F2	Muy raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación.	>0.001 a ≤ 0.01 (> 1x10E-03 a ≤ 1x10E-02)
F1	Extremadamente raro	Es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro.	>0.0001 a ≤ 0.0001 (> 1x10E-04 a ≤ 1x10E-03)



Tabla V. 15: Criterios de ponderación de consecuencias

Categoría de consecuencia	Daños al personal	Efectos en la población	Impacto ambiental	Daños a instalaciones (USD)
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de las instalaciones. El control implica acciones mayores a 1 semana	>500,000.000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta 1 semana.	>50,000.000 a 500,000.000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad	Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de hasta 24 horas	>5 000.000 a 50,000.000
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.	>500,000 a 5,000.000
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica	Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato	>50,000 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos.	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	<50,000

Matriz de resultados para la identificación y jerarquización de riesgos.

Como se mencionó con anterioridad, la asignación de probabilidades de falla de los subsistemas o sistemas analizados resulta una acción primordial, ya que dicha potabilización permite la jerarquización de eventos para la determinación de radios de afectación a través de modelos matemáticos de simulación, facilitando el trabajo del analista.

En muchos casos resulta efectivo la asignación de probabilidades a cada uno de los eventos, Una vez que se han identificado los eventos posibles, dentro de la metodología utilizada, se procede a la construcción de una matriz de riesgos en la cual se procederá a la ubicación de los escenarios de acuerdo a su categoría y a su jerarquía debiendo quedar la matriz de la siguiente forma:

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	2 X10 ⁻¹ a 1.0	C	C	B	B	A	A
4	10 ⁻¹ a 2 X10 ⁻¹	D	C	C	B	B	A
3	10 ⁻² a 10 ⁻¹	D	C	C	C	B	A
2	10 ⁻³ a 10 ⁻²	D	D	C	C	C	B
1	10 ⁻⁴ a 10 ⁻³	D	D	D	D	C	C

Clasificación

A: Riesgo no tolerable
 B: Riesgo indeseable
 C: Riesgo aceptable, pero con controles
 D: Riesgo tolerable

Tabla V. 16: índices de riesgo

Índice de riesgo	Jerarquización / clasificación de riesgo	Descripción
A	Riesgo No Tolerable (Tipo A).	<p>Riesgo No Tolerable (Tipo A): El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas temporales y permanentes. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de riesgo no tolerable y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos si se requiere continuar operando. Se debe realizar una administración de riesgos temporal y permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo "C". En caso de identificar un Riesgo Tipo "A", se debe emplazar a la instalación o equipo por un periodo de 7 días naturales, para lo cual la MACT debe presentar al área de ASIPA correspondiente su Programa de Acciones Correctivas y Preventivas temporales y permanentes para la reducción de riesgos a tipo "C" para ser sancionado. La conclusión de las acciones correctivas y preventivas "Temporales" no deben ser mayores a 30 días naturales y la de las acciones correctivas y preventivas "Permanentes" no deben ser mayores a 90 días naturales después de entregar sus Programas de Acciones. El plazo de 90 días puede incrementarse siempre y cuando la atención del programa de Acciones Correctivas y Preventivas "Permanentes" lo justifique y esté autorizado por la MACT responsable de la instalación.</p>
B	Riesgo indeseable (Tipo B)	<p>Riesgo Indeseable (Tipo B): El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas permanentes. Un riesgo Tipo "B" representa una situación de riesgo Indeseable y deben establecerse Controles permanentes inmediatos. Se debe realizar una administración de riesgos permanente por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos permanentes hasta reducirlo a Tipo "C" y en el mejor de los casos, hasta riesgo Tipo "D". En caso de identificar un Riesgo Tipo "B", se debe emplazar a la instalación o equipos por un periodo de 15 días naturales para que la MACT debe presentar al área de ASIPA su Programa de Acciones Correctivas y Preventivas "Permanentes" para la reducción de los riesgos a tipo "C" o "D" para ser sancionado. La conclusión de las Acciones Correctivas y Preventivas permanentes no debe ser mayores a 180 días naturales después de entregar el Programa de Acciones Correctivas Permanente. Si la solución requiere de un plazo mayor, se deben establecer Controles Temporales Inmediatos, las cuales deben atenderse en un plano no mayor a 30 días naturales después de entregar el Programa de Acciones Correctivas y Preventivas permanentes. La atención de estos riesgos no se determina en función de un Análisis Costo Beneficio.</p>
C	Riesgo Aceptable, pero con controles (Tipo C)	<p>Región Aceptable con Controles (Tipo C): El riesgo es significativo, pero se pueden gestionar con controles administrativos. Un riesgo Tipo "C" representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes. Las acciones correctivas y preventivas permanentes que se definan para atender estos hallazgos, deben darse en un plano no mayor a 180 días. La administración de un riesgo Tipo "C" debe enfocarse en la Disciplina Operativa y en la Confiabilidad de las diferentes Capas de Seguridad y/o Sistemas de Protección. La prioridad de su atención para reducirlos a riesgos tipo "D", debe estar en función de un Análisis Costo Beneficio de las acciones correctivas y preventivas establecidas para dar atención a las recomendaciones emitidas para Administrar los Riesgos Identificados.</p>
D	Riesgo Tolerable (Tipo D)	<p>Riesgo Tolerable (Tipo D): El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto. Un riesgo Tipo "D" representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para mantener la integridad de las capas de protección.</p>

	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

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.

Las regiones de los niveles de riesgo por escenario se adecuan según el siguiente gráfico y definiciones con la previa evaluación obtenida.

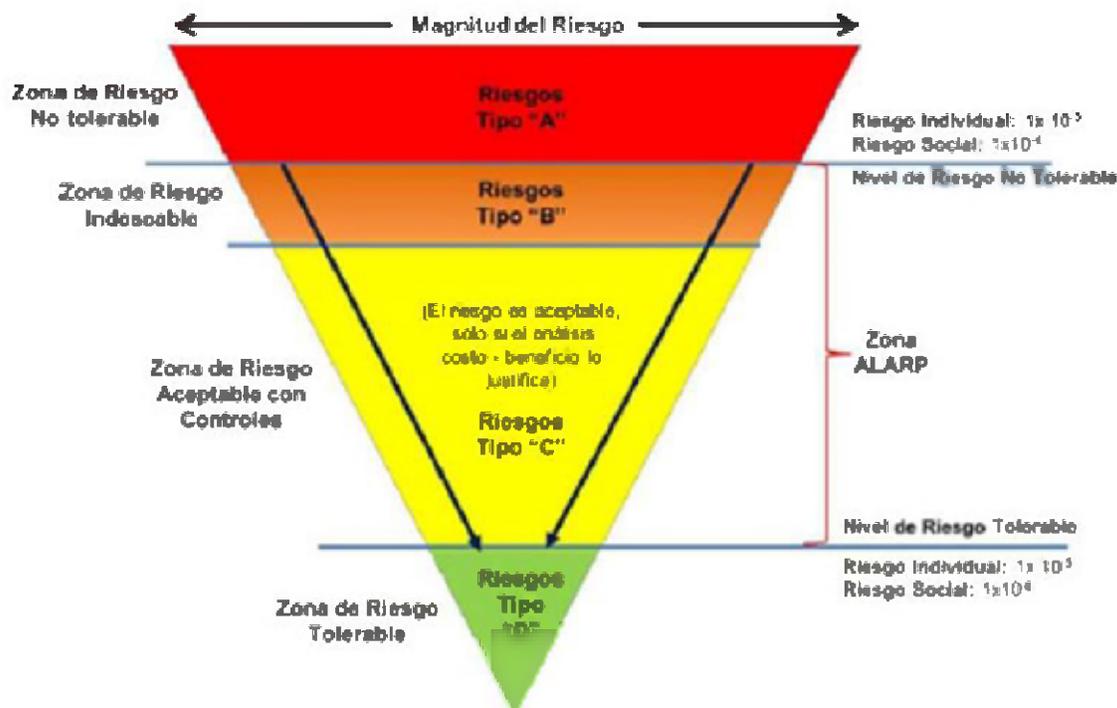


Figura V. 5: Clasificación de las zonas de riesgo

Región de Riesgo No Tolerable o Intolerable: No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos limitados, debe prohibirse el trabajo.

Región de Riesgo Indeseable: No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya corregido el riesgo, puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.

Zona ALARP: As Low As Reasonably Practicable", (en español, "tan bajo como sea razonablemente factible"), es un término común en la normativa británica en el campo de la seguridad laboral y en particular la seguridad de sistemas críticos. El principio ALARP es que el riesgo residual debe ser tan bajo como sea razonablemente factible.

	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Riesgo Aceptable, pero con controles: se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implementarse en un periodo determinado.

Nivel de riesgo Tolerable: no se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica impórtate. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo se mantiene en este nivel.

Cabe destacar, que dentro de cada una de las casillas se irán vaciando la cantidad de eventos que correspondan, toda vez que ya se hayan ubicado los eventos analizados en la zona correspondiente, interceptando los rubros de severidad y probabilidad de ocurrencia. Lo anterior es con la intención de observar la cantidad de eventos que se ubican dentro de las diferentes zonas de riesgo, con la finalidad de identificar y detallar las posibles fallas que recaen en la zona de alto riesgo para su posterior análisis. Una vez identificados los eventos y/o fallas dentro de la zona de alto riesgo se procede a detallar de una forma breve dichos eventos y sus posibles consecuencias con el objetivo de tener una visión más amplia de los posibles escenarios que pudieran presentarse (consecuencias) y las posibles acciones correctivas a considerar para la prevención y/o mitigación del riesgo asociado.

Dentro del análisis y evaluación de riesgos del proyecto de la planta de distribución de GLP se consideran diversos eventos, cabe destacar que la probabilidad de ocurrencia de dichos eventos que resultan ser poco probables debido a los sistemas de seguridad previstos, y a los procedimientos de seguridad que se implementan en las instalaciones. De igual forma, se revisó el equipamiento, los procedimientos y todas las acciones precautorias de seguridad de acuerdo a la experiencia que se posee de otros proyectos semejantes.

A continuación, se anexa a detalle la aplicación de la técnica de evaluación de peligros What-If? para las áreas de las instalaciones propiedad de Gas El Sobrante, S.A de C.V. – Cd. Madera, Chihuahua y durante la distribución de Gas L.P.





INTERPRETACIÓN DE LA MATRIZ DE RESULTADOS

Tabla V. 17: Matriz de riesgo por daños al personal

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	2 X10 ⁻¹ a 1.0	C	C	B 4.2.1, 4.2.2,	B 4.1.1,	A	A
4	10 ⁻¹ a 2 X10 ⁻¹	D 6.1.2, 6.1.3, 7.1.1, 7.1.2, 7.2.1,	C	C	B 3.2.4, 4.1.3,	B 1.4.3, 4.1.4, 4.1.5,	A
3	10 ⁻² a 10 ⁻¹	D 1.1.5a, 1.3.3, 1.3.4, 1.3.7, 1.4.2, 2.3.1, 5.3.1, 5.3.2, 5.5.1, 5.5.2,	C 1.3.1, 1.3.2b, 3.1.2, 7.4.1,	C 1.1.1, 1.1.5b,4.2.3,	C 1.3.2a, 1.3.6, 1.3.8, 3.1.1,	B 3.1.3,	A
2	10 ⁻³ a 10 ⁻²	D 1.1.8,1.2.1b,1.2.2, 2.2.1, 5.1.1, 5.1.2, 5.2.1, 5.2.2, 5.4.1, 5.4.2, 6.1.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.3.1,	D 1.1.4, 1.1.6,1.1.7, 1.1.11, 1.1.12, 1.3.5a, 1.4.4, 2.1.2, 3.2.2, 5.1.4, 7.3.1,	C 1.1.9, 1.1.10, 1.2.3, 1.3.5b, 1.4.1, 3.2.1, 3.2.3,	C 4.1.2, 5.1.3,	C 1.2.5,	B 1.1.2,1. 1.3,1.2. 4,
1	10 ⁻⁴ a 10 ⁻³	D	D 2.1.1,	D 1.2.1a,	D	C	C

Clasificación

A: Riesgo no tolerable
B: Riesgo indeseable
C: Riesgo aceptable, pero con controles
D: Riesgo tolerable

Tabla V. 18: Matriz de riesgo por daños a la población

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	2 X10 ⁻¹ a 1.0	C	C	B 4.1.1, 4.2.1, 4.2.2,	B	A	A
4	10 ⁻¹ a 2 X10 ⁻¹	D 6.1.2, 6.1.3, 7.1.1, 7.1.2, 7.2.1,	C 1.4.3, 3.2.4,	C	B 4.1.3,	B 4.1.4, 4.1.5,	A
3	10 ⁻² a 10 ⁻¹	D 1.1.5a, 1.1.5b, 1.3.2b, 1.3.4, 1.3.7, 1.4.2, 2.3.1, 5.3.1, 5.3.2, 5.5.1, 5.5.2, 7.4.1,	C 1.3.1, 1.3.3, 3.1.2,	C 1.1.1, 1.3.2a, 1.3.6, 1.3.8, 3.1.1, 4.2.3,	C 3.1.3,	B	A
2	10 ⁻³ a 10 ⁻²	D 1.1.4, 1.1.7, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.10, 1.1.11, 1.2.1b, 1.2.2, 1.2.3, 2.1.2, 2.2.1, 3.2.2, 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3, 5.1.4, 5.2.1, 5.2.2, 5.4.1, 5.4.2, 6.1.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.3.1,	D 1.1.6, 1.1.12, 1.3.5a, 1.4.1, 1.4.4, 3.2.1, 3.2.3, 7.3.1,	C 1.3.5b, 4.1.2,	C 1.1.2, 1.2.5,	C	B 1.1.3, 1.2.4,
1	10 ⁻⁴ a 10 ⁻³	D 2.1.1,	D	D	D 1.2.1a,	C	C

Clasificación

A: Riesgo no tolerable
B: Riesgo indeseable
C: Riesgo aceptable, pero con controles
D: Riesgo tolerable





Tabla V. 19: Matriz de riesgo por impacto ambiental

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	2 X10 ⁻¹ a 1.0	C	C 4.2.1, 4.2.2,	B 4.1.1,	B	A	A
4	10 ⁻¹ a 2 X10 ⁻¹	D 6.1.2, 6.1.3, 7.1.1, 7.1.2, 7.2.1,	C 1.4.3,	C 3.2.4, 4.1.3,	B 4.1.4, 4.1.5,	B	A
3	10 ⁻² a 10 ⁻¹	D 1.1.5a, 1.3.3, 1.3.4, 1.3.7, 1.4.2, 2.3.1, 5.3.1, 5.3.2, 5.5.1, 5.5.2, 7.4.1,	C 1.3.1, 1.3.2b, 3.1.2, 4.2.3,	C 1.1.1, 1.3.2a, 1.3.8, 3.1.1,	C 1.1.5b, 1.3.6, 3.1.3,	B	A
2	10 ⁻³ a 10 ⁻²	D 1.1.6, 1.1.7, 1.1.11, 1.1.12, 1.2.1b, 1.2.2, 1.2.3, 2.2.1, 3.2.2, 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3, 5.2.1, 5.2.2, 5.4.1, 5.4.2, 6.1.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.3.1, 7.3.1,	D 1.1.4, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.10, 1.3.5a, 1.4.1, 1.4.4, 3.2.1, 3.2.3, 5.1.4	C 1.1.2, 1.3.5b, 4.1.2,	C 1.1.3, 1.2.5,	C	B 1.2.4,
1	10 ⁻⁴ a 10 ⁻³	D	D 2.1.1,	D	D 1.2.1a,	C	C

Clasificación

A: Riesgo no tolerable
B: Riesgo indeseable
C: Riesgo aceptable, pero con controles
D: Riesgo tolerable

Tabla V. 20: Matriz de riesgo por daño a instalaciones

Frecuencias	Rango	Consecuencias					
		1	2	3	4	5	6
6	>1.0	C	B	A	A	A	A
5	2 X10 ⁻¹ a 1.0	C	C 4.2.1, 4.2.2,	B 4.1.1,	B	A	A
4	10 ⁻¹ a 2 X10 ⁻¹	D 1.5.3, 6.1.2, 6.1.3, 7.1.1, 7.1.2, 7.2.1,	C 3.2.4,	C 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5,	B	B	A
3	10 ⁻² a 10 ⁻¹	D 1.3.2b, 1.3.3, 1.3.4, 1.3.7, 1.4.2, 2.3.1, 5.3.1, 5.3.2, 5.5.1, 5.5.2, 7.4.1,	C 1.1.1, 1.1.5a, 1.1.5b, 1.3.1, 1.3.2a, 1.3.6, 3.1.2, 4.2.3,	C 1.3.8, 3.1.1, 3.1.3,	C	B	A
2	10 ⁻³ a 10 ⁻²	D 1.1.11, 1.2.1b, 1.2.2, 1.2.3, 1.3.5a, 1.4.4, 2.1.2, 2.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 5.1.1, 5.1.2, 5.1.3, 5.1.4, 5.2.1, 5.2.2, 5.4.1, 5.4.2, 6.1.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.3.1, 7.3.1,	D 1.1.4, 1.1.6, 1.1.7, 1.1.8, 1.1.9, 1.1.12, 1.3.5b, 1.4.1, 3.2.1,	C 1.1.2, 1.1.10, 1.2.5, 4.1.2,	C	C 1.1.2,	B 1.2.4,
1	10 ⁻⁴ a 10 ⁻³	D 2.1.1,	D	D 1.2.1a,	D	C	C

Clasificación

A: Riesgo no tolerable
B: Riesgo indeseable
C: Riesgo aceptable, pero con controles
D: Riesgo tolerable



Resultados derivados de la metodología What if...?

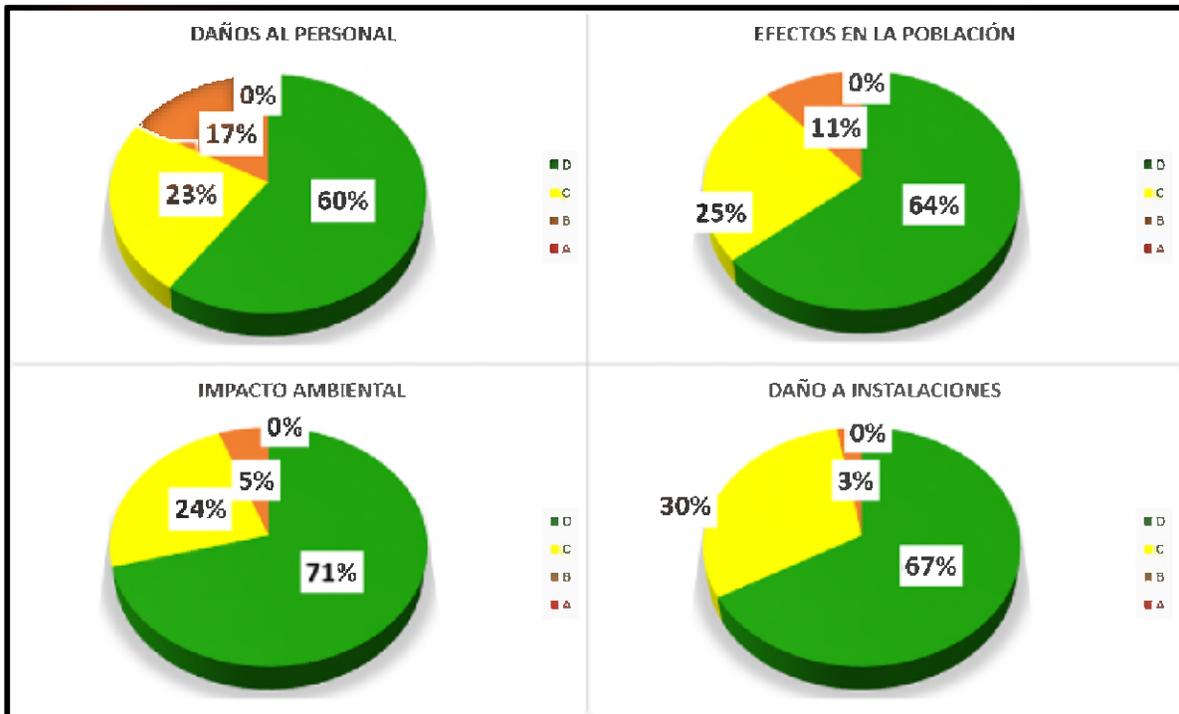


Figura V. 6: Resultado de la metodología What If...? por nivel de riesgo de cada área evaluada

Una vez obtenidos los resultados de la Metodología What If...?, se determinaron un total de 72 escenarios, los cuales se evaluaron de acuerdo con los parámetros de apoyo de la matriz elegida. Dicho análisis resultó en lo siguiente:

Daños al personal:

El 17% de los escenarios para esta categoría, muestran un nivel de riesgo **no tolerable (tipo C)**. Dichos escenarios toman en cuenta que el inicio de un evento se debe al factor humano, por errores en la ejecución de procedimientos de descarga, y suministro de gas l.p., así como durante la distribución de dicho componente, así como por la falta de atención oportuna ante una emergencia, mientras que el 23% de dichos escenarios competen a la categoría de riesgos aceptable, pero con controles tipo C, considerados dentro de la Zonal ALARP, es decir, siempre y cuando los procedimientos de trasiego y distribución se lleven a cabo de forma adecuada y el entrenamiento al personal para las operaciones de trasiego y atención de emergencias sea de forma continua y evaluada, no se presentaran dichos eventos y por ende la afectación al propio personal de la planta.

Efectos en la población:

El 11% de los escenarios para la evaluación con el receptor de la población, muestra un nivel de riesgo **no tolerable (tipo C)**. tomando en cuenta la magnitud que podrían presentar los eventos de acuerdo al historial de accidentes registrados, sin embargo, la localización de la planta de distribución se halla dentro de una zona rural poco poblada. Por lo que en

	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

el análisis de consecuencias se analizarán los alcances de los efectos de cada uno de los eventos para determinar la magnitud y por ende el efecto sobre la población.

Impacto ambiental:

El 5% de los escenarios evaluados podría conllevar una afectación al medio ambiente, considerando que la mayor parte de la zona donde se encuentra la planta de distribución está rodeada de una vegetación será necesario determinar la magnitud de los eventos y evaluar si estos podrían afectar a la flora y fauna del lugar.

Daño a las instalaciones:

Considerando la escala de magnitud propuesta en la matriz para la evaluación por daño a instalaciones solo el 3% de los escenarios tiene un nivel de riesgo NO TOLERABLE, lo cual indicaría que se tuvieran pérdidas de hasta 5,000,000.00 millones de dólares, lo cual se verificará más adelante con el análisis de consecuencias.





V.1.5. DETERMINACIÓN DE LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

Para la determinación de los escenarios de riesgo de la Planta de Distribución de Gas L.P., se consideran aquellos resultantes de la metodología What if...? así como los que se ubican en la zona de riesgo aceptable pero con controles (zona ALARP), y riesgos de tipo indeseable para su posterior análisis de consecuencias. En la siguiente tabla se categoriza el escenario de riesgo de acuerdo con el nivel de riesgo presentado, desde mayor nivel de riesgo (Riesgo no Tolerable – tipo A) hasta Riesgo Tolerable - tipo D. no obstante la enumeración de cada uno de ellos se realizó conforme a la zona de proceso presentada.

Tabla V. 21: Determinación de los escenarios de riesgo

No. What If..?	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo (frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del subsistema	Sustancia involucrada
1.2.4	004	ESCENARIO 004. Blevé del recipiente de almacenamiento de 250,000 litros debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo.	2 x 6 = B	Riesgo indeseable (Tipo B)	2 (Muy raro) Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación	6 (Catastrófico) Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades	Subsistema 1.2 Almacenamiento de gas l.p.	Gas L.P.
			2 x 6 = B			6 (Catastrófico) Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades		
			2 x 6 = B			6 (Catastrófico) Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de las instalaciones. El control implica acciones mayores a 1 semana		
			2 x 6 = B			6 (Catastrófico) >500,000.000		
4.1.1	009	ESCENARIO 009. Blevé del auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico.	5 x 4 = B	Riesgo indeseable (Tipo B)	4 (poco frecuente) Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	4 (Grave) Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Subsistema 4.1 Auto-tanque	Gas L.P.
5 x 3 = B			3 (Moderado) Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.					
5 x 3 = B			3 (Moderado) Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.					
5 x 3 = B			3 (Moderado) >500,000 a 5,000.000					
4.1.4	010	ESCENARIO 010. Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto - tanque.	4 x 5 = B	Riesgo indeseable (Tipo B)	5 (frecuente) Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 1 y hasta 5 años.	5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Subsistema 4.1 Auto-tanque	Gas L.P.
4 x 5 = B			5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades					
4 x 4 = B			4 (Grave) Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de hasta 24 horas					
4 x 3 = C			3 (Moderado) >500,000 a 5,000.000					
1.1.3	003	ESCENARIO 003. BLEVE del semirremolque.	2 x 6 = B	Riesgo indeseable (Tipo B)	2 (Muy raro)	6 (Catastrófico) Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades		Gas L.P.



No. What If..?	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo (frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del subsistema	Sustancia involucrada
			2 x 6 = B		Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación	6 (Catastrófico) Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades	Subsistema 1.1 Recepción de semirremolques.	
			2 x 4 = C	Riesgo Aceptable, pero con controles (Tipo C)		4 (Grave) Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de hasta 24 horas.		
			2 x 5 = C			5 (Mayor) >50,000.000 a 500,000.000		
1.4.3	008	ESCENARIO 008. Fuga de gas l.p. debido al desfonde de un recipiente transportable.	4 x 5 = B	Riesgo indeseable (Tipo B)	4 (poco frecuente) Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Subsistema 1.5 Llenado de recipientes transportables	Gas L.P.
			4 x 2 = C	Riesgo Aceptable, pero con controles (Tipo C)		2 (Menor) Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.		
			4 x 2 = C			2 (Menor) Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.		
			4 x 1 = D	Riesgo Tolerable (Tipo D)		1 (Despreciable) <50,000		
3.2.4.	011	ESCENARIO 011. Fuga de gas l.p. ocasionada por los remanentes en la manguera del auto-tanque	4 x 4 = B	Riesgo indeseable (Tipo B)	4 (poco frecuente) Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	4 (Grave) Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad	Subsistema 3.2. Suministro de gas l.p.	Gas L.P.
			4 x 2 = C	Riesgo Aceptable, pero con controles (Tipo C)		2 (Menor) Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.		
			4 x 3 = C			3 (Moderado) Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.		
			4 x 2 = C			2 (Menor) >50,000 a 500,000		
3.1.3	012	ESCENARIO 012. Blevé de un auto -tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente.	3 x 5 = B	Riesgo indeseable (Tipo B)	3 (Raro) Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Subsistema 3.1 Recipiente no transportable	Gas L.P.
			3 x 4 = C	Riesgo Aceptable, pero con controles (Tipo C)		4 (Grave) Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.		
			3 x 4 = C			4 (Grave) Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de hasta 24 horas		
			3 x 3 = C			3 (Moderado) >500,000 a 5,000.000		
1.1.2	002	ESCENARIO 002. Fuga de gas l.p. a través de la válvula de descarga del	2 x 6 = B	Riesgo indeseable (Tipo B)	2 (Muy raro)	6 (Catastrófico) Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 10 fatalidades		Gas L.P.



No. What If..?	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo (frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del subsistema	Sustancia involucrada
		semirremolque debido al desprendimiento de la manguera de líquido mientras el compresor sigue funcionando.	2 x 4 = C	Riesgo Aceptable, pero con controles (Tipo C)	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación	4 (Grave) Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Subsistema 1.1 Recepción de semirremolques.	
			2 x 3 = C			3 (Moderado) Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.		
			2 x 3 = C			3 (Moderado) >500,000 a 5,000.000		
1.1.1	001	ESCENARIO 001. Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. al tanque de almacenamiento.	3 x 3 = C	Riesgo Aceptable, pero con controles (Tipo C)	3 (Raro) Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	3 (Moderado) Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Subsistema 1.1 Recepción de semirremolques.	Gas L.P.
			3 x 3 = C	3 (Moderado) Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.				
			3 x 3 = C	3 (Moderado) Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.				
			3 x 2 = C			3 (Moderado) >500,000 a 5,000.000		
1.2.5	005.	ESCENARIO 005. Fuga de gas l.p. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento.	4 x 5 = C	Riesgo Aceptable, pero con controles (Tipo C)	4 (poco frecuente) Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	5 (Mayor) Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades	Subsistema 1.2 Almacenamiento de gas l.p.	Gas L.P.
			2 x 4 = C			4 (Grave) Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.		
			2 x 4 = C			4 (Grave) Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de hasta 24 horas.		
			2 x 3 = C			3 (Moderado) >500,000 a 5,000.000		
1.3.1	006	ESCENARIO 006. Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque.	3 x 2 = C	Riesgo Aceptable, pero con controles (Tipo C)	3 (Raro) Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	2 (Menor) Lesiones o daños físicos que requieren primeros auxilios y/o atención médica.	Subsistema 1.3 Suministro de gas l.p. a auto – tanques	Gas L.P.
			3 x 2 = C			2 (Menor) Ruidos, olores e impacto visual que se pueden detectar fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.		
			3 x 2 = C			2 (Menor) Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.		
			3 x 2 = C			2 (Menor) >50,000 a 500,000		





No. What If..?	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de riesgo (frecuencia por consecuencia)	Región de riesgo	Frecuencia	Consecuencia	Identificación del subsistema	Sustancia involucrada
1.3.8	007	ESCENARIO 007: Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasego provocado por cavitación de la misma.	3 x 4 = C	Riesgo Aceptable, pero con controles (Tipo C)	3 (Raro) Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	4 (Grave) Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad	Subsistema 1.3 Suministro de gas l.p. a auto – tanques	Gas L.P.
			3 x 3 = C			3 (Moderado) Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 3 = C			3 (Moderado) Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.		
			3 x 3 = C			3 (Moderado) >500,000 a 5,000.000		
3.1.1	013	ESCENARIO 013. Fuga de gas l.p. debido al desfogeo de una de la válvula de seguridad de un auto-tanque.	3 x 4 = C	Riesgo Aceptable, pero con controles (Tipo C)	3 (Raro) Ocurre una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	4 (Grave) Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Subsistema 3.1 Recipiente no transportable	Gas L.P.
			3 x 3 = C			3 (Moderado) Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía. Se requieren acciones de evacuación y existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.		
			3 x 3 = C			3 (Moderado) Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.		
			3 x 3 = C			3 (Moderado) >500,000 a 5,000.000		



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

De acuerdo con la jerarquización anterior de los Escenarios de Riesgo, se establecen los escenarios de los más probables, casos alternos y los peores casos (BLEVE de semirremolque y recipiente de almacenamiento de Gas LP y auto-tanque, donde la liberación de la sustancia es total y masiva), coy se realiza la descripción de cada uno de ellos a continuación:

ESCENARIO 001. Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. al recipiente de almacenamiento.

Sistema 1:	Trasiego de gas l.p.	Subsistema 1.1	Recepción de semirremolques
Clave del Escenario:	001	Tipo de caso:	El más probable

Si durante la descarga de Gas L.P. el operador realizará una conexión o acoplamiento inadecuado de la manguera que va de la válvula de descarga del semirremolque al acoplador de llenado para líquido de la tomas de descarga de semirremolque esta podría soltarse, provocando la liberación de material inflamable correspondiente al contenido de la manguera y del tramo de tubería de gas líquido hasta el punto de cierre automático otorgado por el indicador de flujo tipo mirilla con función de no retroceso.

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), o bien, no colocar las calzas al semirremolque al momento de la descarga, lo que ocasionaría el movimiento del mismo, pudiéndose zafar la manguera.

Ante esta situación se considera que:

1. La válvula de exceso de flujo del semirremolque durante la descarga es activada automáticamente, es decir, que el flujo alcanza el valor de cierre.
2. Simultáneamente se activa el paro de emergencia del compresor, dejando de inyectar vapor hacia el semirremolque.
3. Cierre automático de la fuga por medio de la válvula pull away.

Por lo que la masa fugada será la equivalente a la contenida en la manguera de 51 mm de diámetro y que va hasta el punto de cierre automático otorgado por la válvula pull away. Se considera que la manguera tiene un diámetro de 51 mm y una longitud de 9 metros.

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, tendría lugar a una explosión y/o a una llamarada o ambas.

ESCENARIO 002. Fuga de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque debido al desprendimiento de la manguera de líquido mientras el compresor sigue funcionando.

Sistema 1:	Trasiego de gas l.p.	Subsistema 1.1	Recepción de semirremolques
Clave del escenario:	002	Tipo de caso:	Caso Alterno

Suponiendo que ocurriera el evento anterior (desprendimiento de la manguera de gas líquido durante la descarga de un semirremolque), no obstante, en este caso, se tienen las siguientes consideraciones:

- La manguera de vapor se mantiene en su posición y el compresor sigue funcionando inyectando vapor al semirremolque.
- El flujo de descarga no alcanza inmediatamente el valor de cierre de la válvula de exceso de flujo del semirremolque.
- Debido a la continuidad en el funcionamiento del compresor, la fase vapor es desplazada desde el tanque de almacenamiento al semirremolque, propiciando el desplazamiento de la fase líquida del semirremolque fugándose a través de la válvula de descarga del semirremolque en tanto no se active la válvula de exceso de flujo.

Tiempo estimado de respuesta 30 seg.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

El tipo de liberación a través de la válvula de descarga del semirremolque es continuo, formando una pluma que alcanzará su máxima extensión y se mantendrá durante todo el tiempo que dure la descarga. Cierre automático de la fuga por medio de la válvula de control remoto tipo con actuador tipo neumático, ubicado en la tubería que dirige gas hacia el almacenamiento.

El compresor utilizado para el trasiego de Gas L.P. del semirremolque al recipiente de almacenamiento es marca Corken modelo 490 con una capacidad nominal de líquido de 677.51 LPM (179 GPM) y con desplazamiento de vapor de 32.00 m³/h.

La emisión de Gas L.P. a través de la válvula de descarga del semirremolque se da mediante un chorro presurizado que se desplaza horizontalmente conforme a la capacidad del compresor, la cual ante la presencia de una fuente de ignición formará un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de este tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio.

ESCENARIO 003. BLEVE del semirremolque

Sistema 1:	Trasiego de gas l.p.	Subsistema 1.1	Recepción de semirremolques.
Clave del Escenario:	003	Tipo de caso:	Peor Caso

BLEVE del semirremolque a causa de la radiación térmica derivada del dardo de fuego originado por la ignición de la emisión de Gas L.P., a través de la válvula de descarga del semirremolque (evento 002), la cual incide en la parte baja de este, lo que hará que aumente la presión interna dentro del recipiente, y cuando la presión alcance cierto valor, entrará en funcionamiento la válvula de seguridad, sin embargo, con el funcionamiento de esta, el nivel del líquido descenderá exponiendo una mayor área del recipiente sin líquido a la radiación, lo que disminuirá su resistencia mecánica. Consideraciones:

1. Debido a la posición de la válvula en el semirremolque (debajo de este), el dardo de fuego se desplazará horizontalmente, no obstante, el calor generado e irradiado desde el dardo se esparcirá de forma radial en el entorno, lo que impediría llegar hasta la válvula y retardar el tiempo de respuesta.
2. La intensidad de radiación crítica para el acero (material del que está hecho el tanque del semirremolque) es de 100 kW/m² para un tiempo de exposición mayor a 30 minutos, según lo referenciado en Methods for the determination of posible damage" CPR 16E A.J. Roos.
3. Debido a la cercanía de la fuente del dardo de fuego el flujo calorífico rebasa el orden de los 100 kW/m² (intensidad de radiación crítica para el acero), por lo que bajo estas condiciones la radiación térmica generada por el dardo sería suficiente para reducir la resistencia mecánica del recipiente.
4. Si bien es cierto que los efectos sobre los elementos próximos causados por la incidencia directa de la llama (dardo de fuego) son superiores a los debidos a la radiación térmica, no necesariamente para que se produzca la BLEVE del recipiente la llama tendría que partir de una fuente que incidiera directamente sobre la pared del semirremolque en la zona de líquido, ya que en el caso propuesto el mecanismo de transferencia de calor será por radiación térmica, la cual por una parte aumentará la presión interna dentro del recipiente y por otra disminuirá su resistencia mecánica.

Se considera que al producirse la BLEVE se vacía el semirremolque, el cual contiene gas líquido en 80% de su capacidad aproximadamente, esto es, contiene 44,000 litros – ya que se considera un semirremolque de capacidad total por 55,000 litros.

ESCENARIO 004. Blevé del recipiente de almacenamiento de 250,000 litros debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo.

Sistema 1:	Trasiego de gas l.p.	Subsistema 1.2	Almacenamiento de gas l.p.
Clave del Escenario:	004	Tipo de caso:	Peor Caso

BLEVE del recipiente de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad 250,000 litros a consecuencia de que un fragmento producto de la BLEVE del semirremolque impacte la superficie del recipiente de almacenamiento, provocando que este pierda su integridad mecánica dando lugar a la liberación instantánea de grandes cantidades de Gas L.P. en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del recipiente.

Se considerará que durante este suceso el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, esto es 200,000 litros.

ESCENARIO 005. Fuga de gas l.p. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento.

Sistema 1:	Trasiego de gas l.p.	Subsistema 1.2	Almacenamiento de gas l.p.
Clave del Escenario:	005	Tipo de caso:	Caso alterno

Debido a un incendio cerca del área de almacenamiento (área de bombas) 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 los aditamentos múltiples marca Rego.

Cada múltiple cuenta con 4 válvulas de relevo de presión (válvulas de seguridad), sin embargo, los cálculos de capacidad de desfogue se realizan tomando en cuenta solo 3 válvulas dado que la cuarta válvula 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 294.00 m³/min, de acuerdo a lo indicado en la memoria técnica 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 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 de efectos mecánicos.

Si bien, la ignición retardada de la emisión continua de Gas L.P. a través de la válvula de seguridad provocaría una llamarada, está ocurriendo a la altura del origen de la emisión, dado que la nube de vapor formada se dispersara 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”.

Se considera para dicho escenario la formación de un dardo de fuego y la formación de una nube de vapor no confinada.

ESCENARIO 006. Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque.

Sistema 1:	Trasiego de gas l.p.	Subsistema 1.3	Suministro de gas l.p. a auto - tanques
Clave del Escenario:	006	Tipo de caso:	El más probable

Si durante la carga de un auto-tanque, debido a una inadecuada conexión entre el acoplador de la manguera de líquido y la válvula ubicada en la parte posterior del auto-tanque ocurriera el desprendimiento de la manguera y que, ante este desprendimiento la válvula de exceso de flujo no cerrara oportunamente, se tendría la fuga de Gas L.P., equivalente al contenido atrapado en la manguera y la capacidad nominal de la tubería de gas líquido, así como la cantidad que deja escapar la bomba en medio minuto, tomando en consideración las características de la bomba utilizada para el suministro a auto-tanques, la cual se muestra a continuación

Bomba 1: Marca Blackmer, modelo LGL-2E7, capacidad 303 LPM (80 GPM)

Debido a las características del incidente, la masa fugada saldría disparada mediante dos mecanismos, emisión de chorro horizontal debido al funcionamiento de la bomba y emisión instantánea debido a la liberación de GLP del contenido en la manguera y la tubería.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

ESCENARIO 007. Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación la misma.

Sistema 1:	Trasiego de gas l.p.	Subsistema 1.3	Suministro de gas l.p. a auto - tanques
Clave del Escenario:	007	Tipo de caso:	Caso más probable

Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba Blackmer modelo LGL-2E. El diámetro equivalente de fuga es de ¼".

- El daño al sello mecánico de la bomba puede ser ocasionado por operación de la bomba en seco, vibración excesiva, cavitación, etc.
- Se propone un tiempo de fuga equivalente a 30 minutos.
- El tipo de liberación es continua.

Por las características de la fuente, la masa fugada de Gas L.P. será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando 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.

ESCENARIO 008. Fuga de gas l.p. debido al desfonde de un recipiente transportable.

Sistema 1:	Trasiego de gas l.p.	Subsistema 1.5	Llenado de recipientes transportables
Sistema 4:	Distribución y venta	Subsistema 4.2	Vehículos de reparto
Clave del Escenario:	008	Tipo de caso:	Caso más probable

Durante la operación de llenado de recipientes transportables de 30 kg de capacidad, se considera que, debido al desgaste del material de uno de ellos, la soldadura del fondo, además de la presión que se ejerciera en el momento de llenado, se provocaría el desprendimiento del tanque, provocando con esto una fuga instantánea del contenido total de este (30 kg) de Gas L.P.

La masa fugada de Gas L.P. 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 la turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o una llamarada de emisión instantánea.

Dicho escenario puede ocurrir en el área de llenado de recipientes transportables dentro de la planta, así como durante la distribución y la conexión a usuarios.

ESCENARIO 009. Blevé del auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico.

Sistema 4:	Distribución y venta	Subsistema 4.1	Auto tanque
Clave del Escenario:	009	Tipo de caso:	Peor caso

Si por el exceso de velocidad con el que se maneja el auto-tanque, el operador perdiera el control ocasionando la volcadura de la unidad y este a su vez se fracturara, provocando que este pierda su integridad mecánica dando lugar a la liberación instantánea del Gas L.P. en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del auto tanque.

Se considerará que, durante este suceso el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, tomando en cuenta que el recipiente tiene una capacidad total es de 12,500 al 100%, por lo que la capacidad será de 10,000 litros el cual corresponde al porcentaje durante la distribución.

ESCENARIO 010. Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto - tanque.

Sistema 4:	Distribución y venta	Subsistema 4.1	Auto-tanque
Clave del Escenario:	010	Tipo de caso:	Caso Alterno



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba BLACKMER TLGLF3 en un auto- tanque. Tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- El diámetro equivalente de la fuga es de 0.5".
- El daño al sello mecánico de la bomba puede ser ocasionado por operación de la bomba en seco, vibración excesiva, cavitación, entre otros.
- Se propone un tiempo de fuga de 2 minutos, en función a la respuesta del operador de la unidad.
- La liberación de Gas L.P. es continua.

Debido a las características de la fuente, la masa fugada será emitida a la atmósfera de manera continua, lo cual formará un dardo de fuego ante una rápida ignición. No obstante, si la ignición ocurre después del inicio del escape, existe la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando 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.

ESCENARIO 011. Fuga de gas l.p. ocasionada por los remanentes en la manguera del auto-tanque

Sistema 3:	Auto-tanque	Subsistema 3.2	Suministro de gas l.p.
Clave del Escenario:	011	Tipo de caso:	Caso más probable

Si durante el suministro de Gas L.P. al usuario final, la válvula de cierre rápido de la manguera fallara debido a arreglos improvisados realizados, se tendría la liberación de material inflamable correspondiente al remanente de Gas L.P. contenido de la manguera.

La masa fugada de Gas L.P. en fase líquida, por el cambio de 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, darían lugar a una explosión y/o una llamarada. Se considera una longitud de 45 m.

ESCENARIO 012. Blevé de un auto - tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente.

Sistema 3:	Auto-tanque	Subsistema 3.1	Recipiente no transportable
Clave del Escenario:	012	Tipo de caso:	Peor caso

Debido a un incendio de material combustible alrededor de los auto-tanques estacionados dentro de la planta, los cuales se encuentran al 80 % de su capacidad, se incrementaría la presión interna del recipiente lo cual conllevaría a la activación de la válvula de seguridad.

Suponiendo la continuidad del flujo de calor incidiendo sobre el recipiente, se comprometería la integridad mecánica de éste. Lo cual con llevaría a la liberación súbita de Gas L.P., previamente calentado generando una bola de fuego.

Se considerará que, durante este suceso el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, tomando en cuenta que el recipiente tiene una capacidad total de 12,500 litros entonces, la capacidad correspondiente durante el suceso será de 10,000 litros.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

ESCENARIO 013. Desfogue de la válvula de seguridad del auto-tanque, dado el incremento de presión y temperatura interna por una fuente de ignición externa.

Sistema 3:	Auto-tanque	Subsistema 3.1	Recipiente no transportable
Sistema 4:	Distribución y venta	Subsistema 4.1	Auto-tanque
Clave del Escenario:	013	Tipo de caso:	Caso más probable

Desfogue de la válvula de seguridad del auto-tanque por un aumento de la presión interna del recipiente debido a calentamiento derivado de un incendio, provocando que se alcance la presión de diseño de la válvula de seguridad. en caso de hallar fuente de ignición creará un dardo de fuego, caso contrario formará una nube de vapor inflamable, hasta que este alcance una fuente de ignición cercana, lo que inducirá una probable explosión, por lo que se considera:

- a) Dardo de fuego (jet fire)
- b) Nube de vapor inflamable no confinada (NVNC)

Se considera una capacidad de 126.29 m³/min una presión de operación de 250 Psig, y con un diámetro de interconexión con el auto-tanque de 2" de Ø y un tiempo de desfogue de 30 seg. antes de hallar fuente de ignición.



V.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.

V.2.1 ANÁLISIS DE FRECUENCIAS.

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 durante la evaluación cualitativa de riesgos.

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

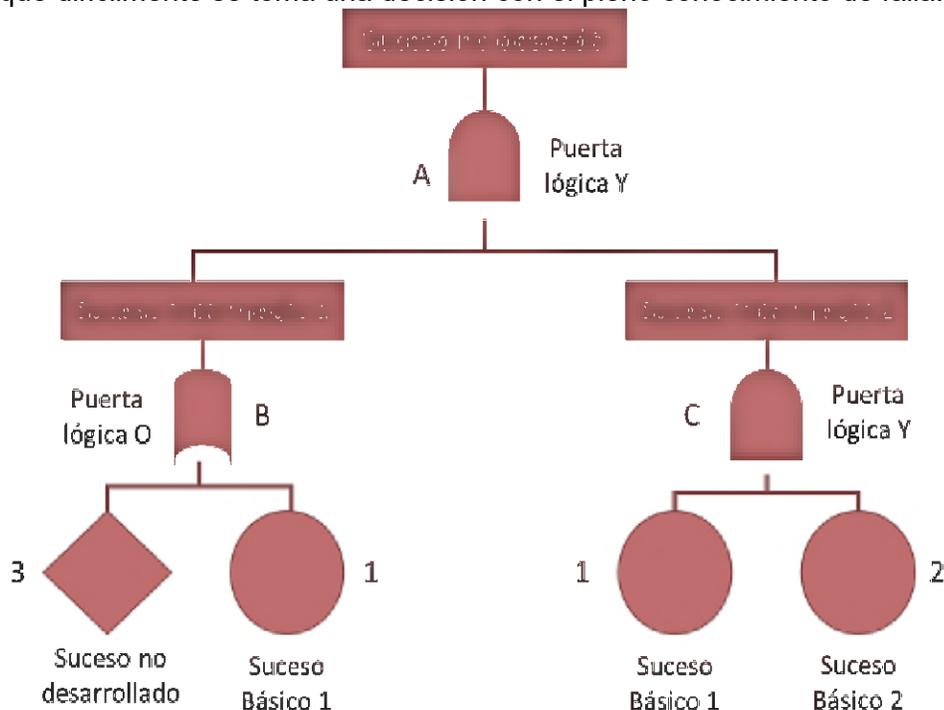


Figura V. 7: Representación de la estructura del árbol de fallas

	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

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., además, de seguir 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 subeventos 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

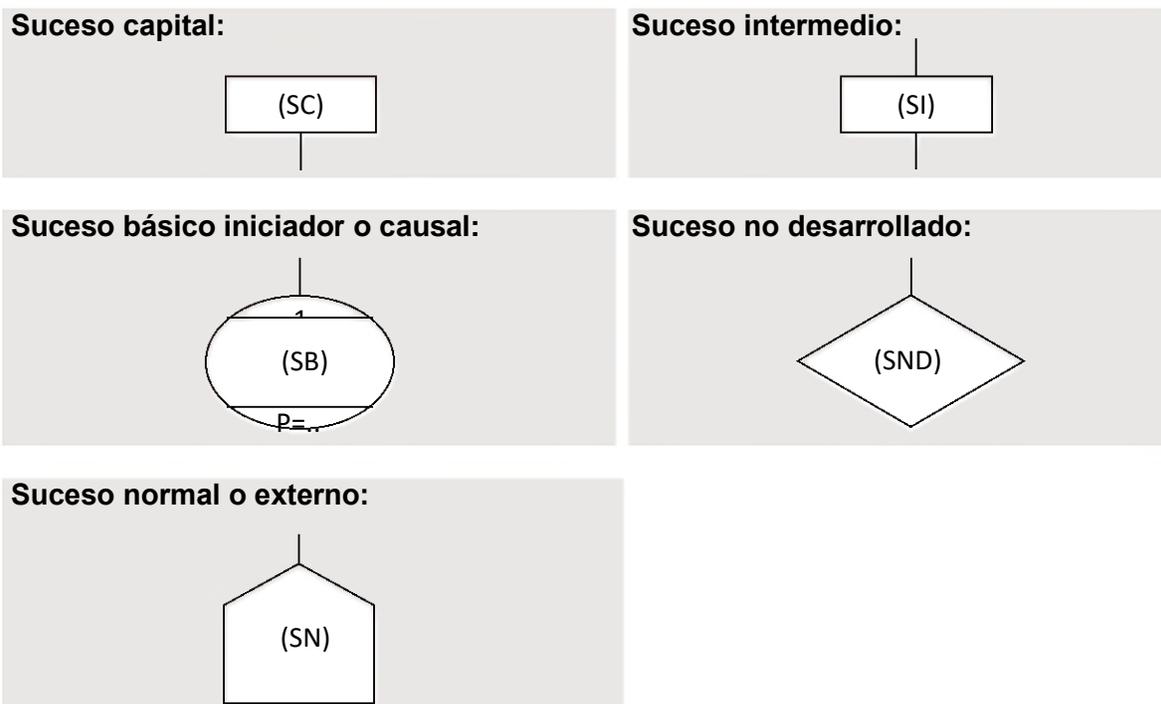
Simbología de los Eventos Usados en la Construcción de Árboles de Fallas

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.

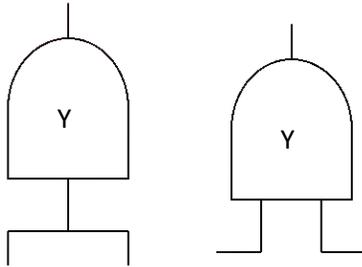


Interacciones entre sucesos: Puertas lógicas.

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.

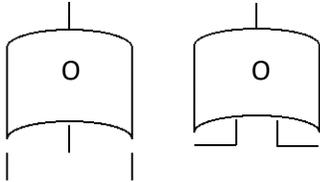


PUERTAS “Y”

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”.

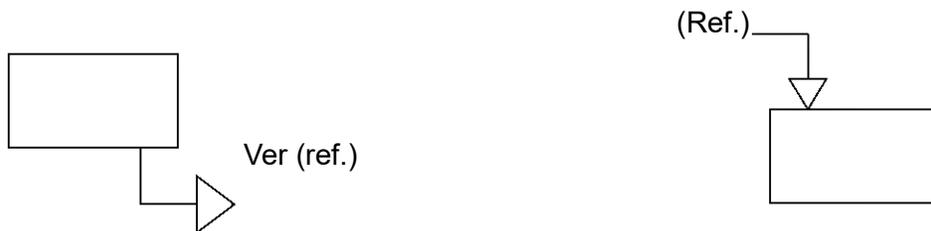


PUERTAS “O”

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 las memorias técnicas descriptivas, así como en los planos de la ingeniería de detalle de la Planta de Distribución de Gas L.P., se identificaron las siguientes áreas y actividades de riesgo:

	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

- Toma de recepción de semirremolques mediante un compresor.
- Zona de almacenamiento integrada por un recipiente, con capacidad de 250,000 litros al 100% de agua.
- Toma de suministro de auto-tanques mediante las bombas 1
- Muelle de llenado de recipientes transportables mediante bomba 2
- Auto-tanques
- Distribución y venta (a través de auto-tanques y vehículos de reparto).

De manera general, se puede definir qué, los eventos “tope” para la operación de la planta de distribución de Gas L.P., así como durante la operación de transporte para su distribución a usuarios mediante auto-tanques y vehículos de reparto son:

- ✓ **Evento 001 y 002:** Explosión en la descarga de gas l.p. a través de semirremolque
- ✓ **Evento 003:** Blevé del semirremolque
- ✓ **Evento 004:** Blevé del recipiente de almacenamiento
- ✓ **Evento 005/013:** Explosión de gas no confinado, liberado por el desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento y auto-tanque.
- ✓ **Evento 006:** Explosión en la descarga de gas l.p. a través del suministro al auto-tanque.
- ✓ **Evento 007:** Explosión en la bomba de suministro
- ✓ **Evento 008:** Explosión en un recipiente transportable
- ✓ **Evento 009/012:** Blevé del autotanque
- ✓ **Evento 010:** Explosión en la bomba del auto-tanque
- ✓ **Evento 011:** Explosión ocasionada por los remanentes en la manguera del auto-tanque.

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

Tabla V. 22: Frecuencia 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: 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.

A continuación, se integra el Árbol de Fallas



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V .	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Con base en la **identificación y evaluación** de los posibles riesgos (latentes y/o potenciales) en lo que son las *instalaciones* propiedad de **Gas El Sobrante, S.A. de C.V.** y distribución mediante auto-tanques, 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:

Tabla V. 23: Frecuencias de ocurrencia de los eventos de riesgo evaluados

Evento No.	Escenario	Probabilidad de ocurrencia
ESC-001 ESC-002	Explosión en la descarga de gas l.p. a través de semirremolque	2.14×10^{-4}
ESC-003	Bleve del semirremolque	1.04×10^{-08}
ESC-004	Bleve del recipiente de almacenamiento	2.3×10^{-08}
ESC-005 ESC-013	Explosión de gas no confinado, liberado por el desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento y auto-tanque.	1.72×10^{-07}
ESC-006	Explosión en la descarga de gas l.p. a través del suministro al auto-tanque.	2.14×10^{-4}
ESC-007	Explosión en la bomba de suministro	5.64×10^{-04}
ESC-008	Explosión de un recipiente transportable	6.32×10^{-04}
ESC-009/012	Bleve del auto-tanque	1.04×10^{-8}
ESC-010	Explosión en la bomba del auto-tanque	5.66×10^{-4}
ESC-011	Explosión ocasionada por los remanentes en la manguera del auto-tanque.	4.71×10^{-12}

Nota: De acuerdo a la asignación de probabilidades del Manual de seguridad industrial en plantas químicas, J.M. Storch de Gracia, Pág. 322, el orden de magnitud 10^{-2} le corresponde a los eventos PROBABLES, los cuales han ocurrido o pueden ocurrir varias veces al año, mientras tanto el orden de magnitud 10^{-4} de los eventos 001, 002, 006, 007, 008 y 010 corresponde a eventos IMPROBABLES, es decir, no se han presentado en 5 años. Mientras tanto, el evento 003, 004, 009 y 012 al tener un orden de magnitud menor a 10^{-8} ; además del evento 005 y 013 al tener un orden de magnitud menor a 10^{-7} , son eventos MUY IMPROBABLES, donde no se ve la posibilidad de que ocurra el riesgo. En el presente Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, se considera que el Evento 002 es el iniciador del evento 003 y este a su vez del 004.

- ⇒ **Eventos más probables:** de acuerdo a las **frecuencias de ocurrencia** que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que se cuenta en las instalaciones es poco probable que se presente un evento que pueda generar algún tipo de riesgo, tanto para las instalaciones, personal, medio ambiente y población. Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan **mayor frecuencia de ocurrencia (respecto a los demás)**, como son los eventos **001, 002, 006, 007, 008, 010**. Pero en caso de presentarse, estos eventos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.
- ⇒ **Eventos alternos:** de acuerdo al desarrollo del evento **002** (caso alternativo), bajo las suposiciones planteadas que, conllevaría al desarrollo del escenario **003** y/o escenario **004**. Asimismo, se considera el evento **005 y 013** (Explosión de gas no confinado, liberado por el desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento y auto tanque), donde se prevé la incidencia de radiación térmica sobre estos recipientes de almacenamiento que desencadenarían dichos eventos.
- ⇒ **Evento catastrófico (peor caso):** si bien, la probabilidad del evento **003** es prácticamente improbable, este puede desencadenar el evento **004** (Bleve del



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

recipiente de almacenamiento de 250,000 litros), el cual es considerado el evento catastrófico por ser el evento que tienen en consideración la capacidad máxima de almacenamiento. Además del evento **009** (Bleve del auto tanque por volcadura), durante la actividad de distribución, la cual podría considerarse como uno de los peores casos dadas las consecuencias que pueda conllevar.

Es importante mencionar que las instalaciones se cuentan con las medidas de seguridad para prevenir 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:

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

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

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, 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.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

V.2.2 ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS.

El análisis de consecuencias se define como el estudio y predicción de los efectos que pueden causar los efectos del desarrollo de los eventos o accidentes que involucran fugas y derrames de sustancias tóxicas, inflamables y/o explosivas, esto con el fin de cuantificar la magnitud del impacto que puedan tener las desviaciones sobre las personas, el medio ambiente y las instalaciones.

La severidad de los daños asociados a una desviación no deseable dependerá de las características de peligrosidad de los materiales involucrados en el evento. Los tipos de accidentes graves a considerar en las instalaciones que manejan sustancias peligrosas, puede producir diferentes fenómenos peligrosos como:

- Fenómenos de tipo mecánico: ondas de presión y proyectiles.
- Fenómenos de tipo térmico: radiación térmica.
- Fenómenos de tipo químico: fuga o derrames incontrolados de sustancias químicas peligrosas.

El objetivo en esta etapa es simular los escenarios de riesgo para estimar cualitativamente los impactos y efectos indeseables de los eventos o escenarios de riesgo definidos (fuego, explosiones, nubes inflamables, etc.) derivados de la carencia o pérdida de controles de ingeniería o administrativos, además de determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, de los eventos máximos probables, casos alternos y del peor caso (catastrófico).

Por escenario de riesgo se entiende como la determinación de un evento hipotético, en el cual se considera la ocurrencia de un accidente bajo condiciones específicas, definiendo mediante la aplicación de modelos matemáticos y criterios acordes a las características de los procesos y/o materiales, las zonas que potencialmente pueden resultar afectadas.

Por otra parte, los eventos son causa o contribuyente de un incidente o accidente y se han clasificado de la siguiente forma.

- **Peor caso (Catastrófico):** Corresponde a la liberación accidental del mayor inventario del material o sustancia peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto, la cual resulta en la mayor distancia hasta alcanzar los límites por toxicidad, sobrepresión o radiación térmica.
- **Caso más probable:** con base a la experiencia operativa, es el evento de liberación accidental de un material o sustancia peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.
- **Caso alterno:** Es el evento creíble de una liberación accidental de una Sustancia Peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Más Probable;

A continuación, se presenta la descripción de los eventos que pudieran presentarse en las instalaciones pertenecientes a **Gas El Sobrante, S.A. de C.V.**



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Tabla V. 24: Descripción de los eventos susceptibles de presentarse durante la operación de las instalaciones

Nombre	Descripción
Flamazo (Flash fire)	Proviene cuando un gas o líquido inflamable con punto de inflamación bajo, es descargado a la atmósfera, formando una nube de gas. Si el vapor resultante se encuentra con un punto de ignición antes de la dilución de la nube sea menor al límite inferior de explosividad, ocurre el flamazo, cuya consecuencia primaria es la radiación térmica generada durante el proceso de combustión, sin embargo, dicho proceso tiene una corta duración, por lo tanto, los daños son de baja intensidad. 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.
Dardo de fuego (Jet Fire)	Llama estacionaria y alargada (de gran longitud y poca amplitud) provocada por la ignición de un chorro turbulento de gases o vapores combustibles.
Bola de fuego (Fire Ball)	Resulta de la ignición de una mezcla líquido-vapor inflamable y sobrecalentada que es descargada a la atmósfera. El evento de bola de fuego ocurre frecuentemente seguido a una explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (BLEVE)
Explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (BLEVE)	Se produce por la explosión del vapor a alta presión generado por la brusca ebullición de un líquido liberado súbitamente de un recipiente y que, en condiciones ambientales de presión, de temperatura o de presión y temperatura, sería un gas. Las sustancias que producen un BLEVE son los líquidos sobrecalentados, los gases licuados a presión y los gases criogénicos. La causa de la explosión es la rotura del recipiente, que puede ser debida a una sobrepresión, a un impacto externo o a un fallo mecánico.
Explosión por una nube de vapor	Se puede definir como una explosión que ocurre en el aire y causa daños por efecto de ondas de sobrepresión. Comienza con una descarga de una gran cantidad de líquido que se evapora o gas inflamable procedente de un tanque o tubería y se dispersa en la atmósfera. De toda la masa de gas que se dispersa solo una parte de este se encuentra dentro de los límites superior e inferior de explosividad. Esa masa es la que después de encontrar una fuente de ignición genera sobrepresión por la explosión.

Por otra parte, es importante señalar que la modelación de los eventos identificados y jerarquizados a través de la metodología descrita anteriormente se realizó con el software SCRI – Fuego Ver. 2.2, el cual realiza la simulación de las consecuencias de eventos con fuego y/o explosión, y siendo que en las instalaciones 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 esta 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).

	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Criterios utilizados para las modelaciones de los escenarios de riesgo.

- **Propiedades de la sustancia y condiciones de operación del escenario a modelar.**

A continuación, se describen las propiedades fisicoquímicas del Gas L.P., las cuales fueron calculadas considerando este como una mezcla propano/butano, en proporciones 60-40%.

Tabla V. 25: Propiedades fisicoquímicas de la mezcla Propano (60%) / Butano (40%)

Sustancia	Fracción molar	zc
Propano	0.6	0.276
Butano	0.4	0.274

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)	49.7100	44.097	58.123
Punto de ebullición (°K)	247.7300	231.02	272.66
Temperatura crítica (°K)	391.9460	369.83	425.12
Presión crítica (Pa)	4067000	4248000	3796000
Volumen crítico (m ³ /kmol)	0.22	0.2	0.255
Calor de vaporización (J/kg)	406524.42	425043.02	385450.24
Densidad del líquido a temperatura de ebullición (kg/m ³)	591.82	582.51	602.41
Densidad del gas a temperatura de ebullición (kg/m ³)	2.01	2.417	2.7093
Capacidad calorífica del gas a temperatura de referencia (J/kg K)	1678.19	0	0
Capacidad calorífica del líquido a temperatura de ebullición (J/kg. °K)	2271.06	1872.46	-1
Constante de presión de saturación SPB (SLAB)	-1	-25.16	0
Relación de calores específicos (gamma)	1.11	1.13	1.09
Concentración estequiometría (%)	--	4	3.1
Calor de combustión (kJ/kg)	46045.82	46333	45719
Límite inferior de inflamabilidad	1.8	2.2	1.85
Límite superior de inflamabilidad	9.3	9.5	8.4

- **Clase de emisión.**

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 ("Pluma"), o bien, escapes continuos dependiendo del tiempo, lo anterior en función de las condiciones en las que se lleve a cabo la fuga.



De acuerdo con U.S.EPA, 1997, se tiene que:

- Fuente instantánea: el contaminante se libera a la atmósfera en su totalidad en un lapso de tiempo muy corto o en forma inmediata (desde algunos pocos segundos a un minuto).
- Fuente continúa: el contaminante se libera a una velocidad que permite asumir un modelo estacionario por un largo período de tiempo, y produce plumas de gas o vapor cuya forma depende de las condiciones de estabilidad atmosférica que imperen en el momento de la liberación del material.

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:

- Dispersión de chorro turbulento, a partir de una fuga de gas a presión.
- 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:

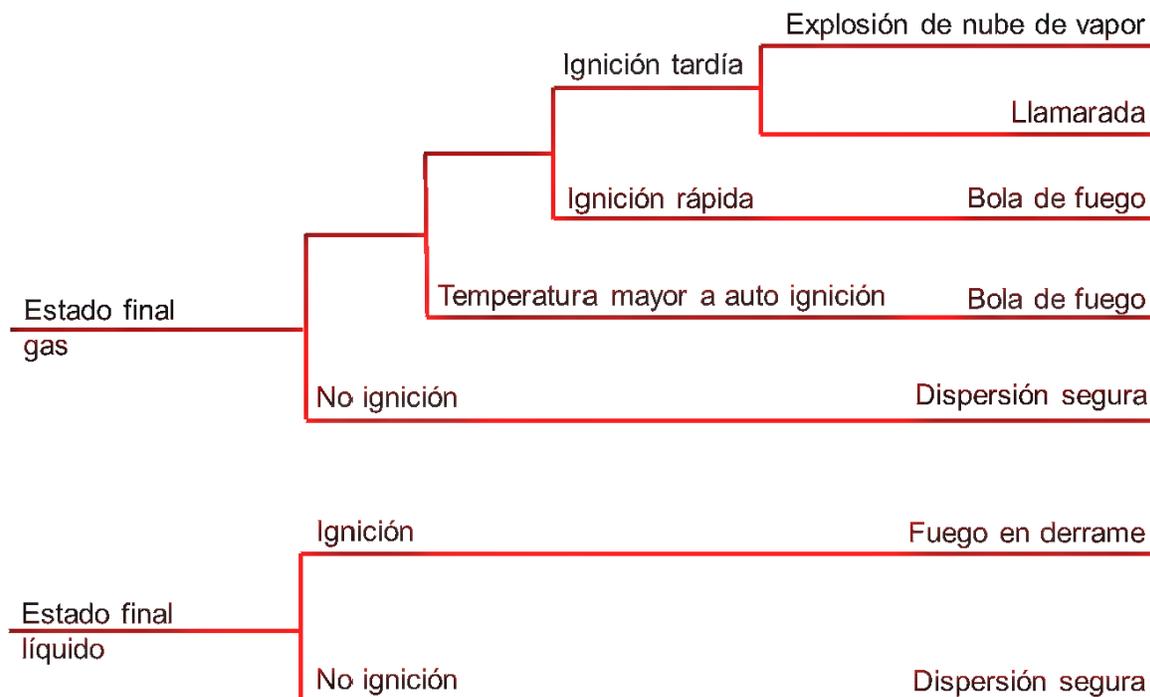


Figura V. 8: Esquematización del desarrollo de una emisión instantánea.

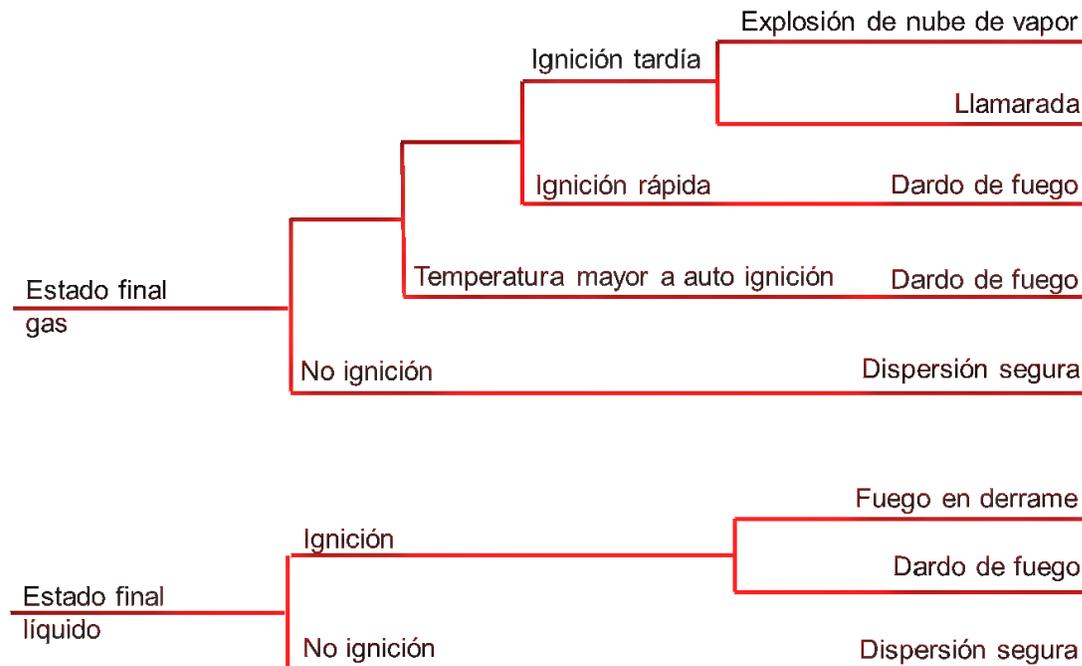


Figura V. 9: Esquematzación del desarrollo de una emisión continua

Dependiendo de las condiciones de liberación se utilizaron modelos de emisión para determinar el flujo de descarga del material liberado, la cantidad total emitida y el estado físico del mismo.

- **Tamaño del orificio y tiempo de fuga.**

El material tiene la posibilidad de fugarse por orificios o grietas en los tanques o líneas, bridas, bombas, válvulas e incluso por la apertura de una válvula de seguridad que descargue a la atmósfera, como se muestra en la siguiente figura:

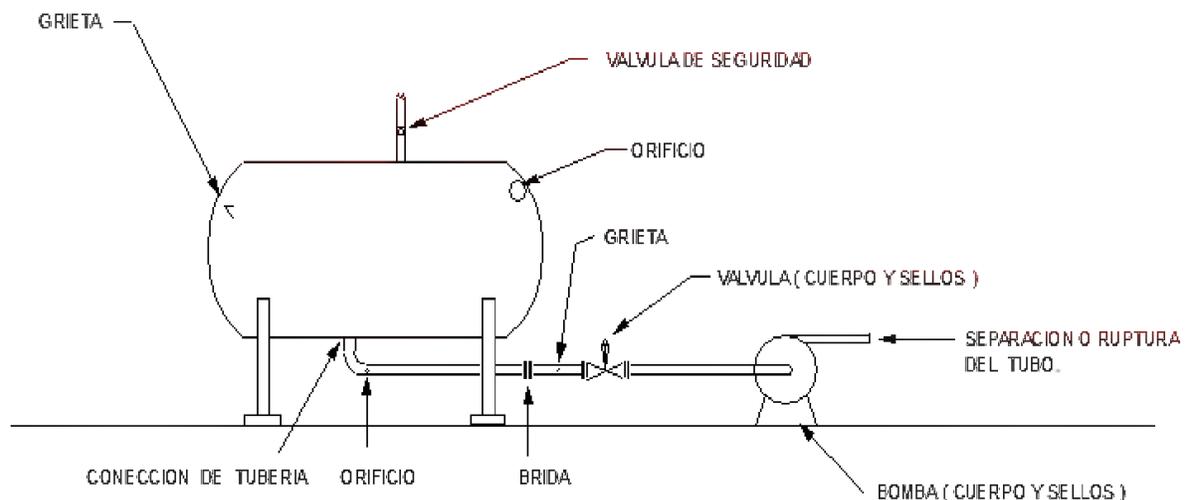


Figura V. 10: Esquematzación de las diferentes fuentes de emisión

	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

En un proceso continuo, al presentarse una fuga, el material continuará liberándose hasta que ésta sea interrumpida; el tiempo que conlleva dependerá del tiempo para detectar la fuga, y el tiempo para tomar las acciones correctivas una vez que hayan sido decididas. Por lo anterior se tomaron en consideración los valores sugeridos en el *Purple Book* de TNO, donde se menciona que los tiempos de duración de una fuga dependerán del tipo de sistemas para bloquear o controlar la misma. En tanto, se tiene un tiempo de 120 segundos para sistemas automáticos de detección y cierre, 600 segundos para sistemas controlados remotamente y de 1800 segundos para sistemas de bloqueo operados manualmente.

Para la selección de diámetro Equivalente de Fuga (DEF) para el caso más probable se consideraron los criterios establecidos en la Tabla V.26, para el caso de líneas de proceso, ductos, bridas, sellos mecánicos en equipo rotatorio, sellos o empaquetaduras en válvulas de proceso.

Tabla V. 26: Diámetro equivalente de fuga para el caso más probable

Diámetro equivalente de fuga	
Línea de proceso $\frac{3}{4}'' \leq DN \leq 2''$	DEF= 0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
Línea de proceso $2'' \leq DN \leq 4''$	DEF= 0.6" (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en la soldadura)
Línea de proceso $6'' \leq DN$	DEF= 0.75" para DN de 6" a 14" DEF= 1.25" para DN de 6" a 24" DEF= 2.0" para DN mayores de 30" (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura)
Bridas	Aplican los mismos criterios de las líneas de proceso para los casos más probables.
Sellos mecánicos en equipo de proceso rotatorio. Empaquetaduras en válvulas de proceso	DEF= calcularlo con el 40% del área anular que resulte.

Fuente: Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas, en instalaciones de Petróleos Mexicanos, clave DCO-GDOESSPA-CT-001 Rev. 1.

- **Condiciones meteorológicas.**

Las variaciones globales y regionales del clima y las condiciones topográficas locales tienen influencia directa sobre los modelos de dispersión durante el transporte de los gases o vapores. Dependiendo de la velocidad del viento, este puede afectar en gran medida la concentración o dispersión de gases o vapores en un área determinada.

Tabla V. 27: Condiciones meteorológicas de Cd. Madera, Chihuahua

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Temperatura media promedio.	T	11.1	°C
Velocidad de viento.	u	3.00	m/s
Humedad relativa del sitio.	H _w	70	%
Presión atmosférica.	P _A	0.785	bar

Fuente: SMN. Normales Climatológicas CNA. Normales climatológicas, Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua. Normales climatológicas. Estación Meteorológica 00008097 "Madera". La velocidad del viento se tomó de las estadísticas basada en observaciones tomadas entre el año 2010-2016 reportados en la Estación meteorológica del INIFAP denominada "La Tiznadita". La humedad relativa se obtuvo de los datos proporcionados por Weather Spark, mientras que la presión atmosférica se calculó de acuerdo a la altitud del sitio, considerando una altura de 2,100 MSNM.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

- **Criterios para definir y justificar las zonas de afectación.**

Para definir y justificar las zonas de protección en torno a las instalaciones, se utilizaron los parámetros que se indican a continuación:

Tabla V. 28: Zonas de afectación por radiación térmica

ZONA DE ALTO RIESGO (DAÑO A EQUIPOS)		ZONAS DE SEGURIDAD	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	ALTO RIESGO 5 kW/m ²	AMORTIGUAMIENTO 1.4 kW/m ²
Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras. 100% de mortalidad en 1 minuto.	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 seg. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.	Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado

Fuentes: Buettner, K., "Efectos del frío y calor extremos sobre la piel humana, II. Temperatura superficial, dolor y conductividad de calor en experimentos con calor radiante", Fis. Ap. Vol. 3. P. 703, 1951.

Metha, A.K., et al., "Medición de la inflamabilidad y potencial de combustión de tejidos", Reporte sumario a la Fundación Nacional de la Ciencia bajo concesión #GI-31881, Laboratorio de investigación de combustibles, MIT, Cambridge, Mass., 1973.

Tabla V. 29: Zonas de afectación por sobrepresión

ZONA DE ALTO RIESGO POR DAÑO A EQUIPOS.		ZONAS DE SEGURIDAD	
10.0 psi	3.0 psi	RADIO DE LA ZONA DE ALTO RIESGO 1.0 psi	RADIO DE LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO 0.5 psi
100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo de la planta	50% de daño sobre equipo de proceso	Falla en conexiones. Demolición parcial de casas, éstas quedan inhabitables	Daños menores a equipos de proceso. Daño estructural menor y limitado

Fuentes: Genserik Renier & Valerio Cozzani; Domino Effects in the process industries. Ed. Elsevier

Lees, F.P.; Prevención de pérdidas en industrias de procesos. Vol. 1. Butterworths, London and Boston, 1980.

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 recipiente de almacenamiento con una capacidad de 250,000 litros, el cual por seguridad nunca se encuentra 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:

$$\text{RIESGO} = \text{PROBABILIDAD (FRECUENCIA)} * \text{DAÑO}$$

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:



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V . DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

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

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

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**”, 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 Escenario 004 que definimos como un evento de menor probabilidad, pero de mayor daño, debe presentarse el evento 002, el cual se desarrolla en el supuesto de que ninguna medida mitigante funcione, situación sobreestimada. Las medidas de seguridad que actuarán en caso de que se presente esta situación son:

- **Respuestas de seguridad.**
 - ⇒ Válvulas hidrostáticas en las tuberías necesarias.
 - ⇒ Válvulas de exceso de flujo.
- **Respuestas de control, respuesta de los operadores.**
 - ⇒ Identificación de paros automáticos, tablero eléctrico.
 - ⇒ Capacitación a los operarios (planteros).
 - ⇒ Participación en el desarrollo de simulacros.
 - ⇒ Formación de brigadas.
- **Mitigación.**
 - ⇒ Venteo (válvulas de seguridad para aliviar el exceso de presión en el tanque de almacenamiento).
 - ⇒ Sistema de aspersión en el área de almacenamiento.
 - ⇒ Hidrantes.
 - ⇒ Extintores.
- **Agentes externos.**
 - ⇒ Promoción de la participación y desarrollo de Programas de Prevención de Accidentes.



	GAS EL SOB RANTE, S. A. DE C. V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

- **Operaciones de emergencia.**

- ⇒ Alarmas.
- ⇒ Procedimientos de emergencia.
- ⇒ Equipos de protección personal.

- **Flujo adecuado de información.**

- ⇒ Propuestas para informar a la población presente en los alrededores e industrias cercanas.

A continuación, se presenta la Memoria de cálculo y simulaciones correspondientes a cada uno de los escenarios de riesgo identificados.



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V .	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN	
	Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

RESUMEN DEL CÁLCULO DE LOS EVENTOS PROPUESTOS

**Planta de distribución de gas l.p. propiedad de “Gas El Sobrante, S.A de C.V.”
En Cd. Madera, Chihuahua.**

Tabla V. 30: Daños ocasionados por la explosión de una Nube de Vapor No Confinada de Gas L.P. (Ondas de sobrepresión)

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
001	Recepción de semirremolques	8.54 m	17.43 m	39.80 m	67.65 m
002	Recepción de semirremolques	23.16 m	47.26 m	107.88 m	183.37 m
005	Almacenamiento de Gas L.P.	32.35 m	66.02 m	150.71 m	256.18 m
006	Suministro de Gas L.P. a auto - tanque	18.24 m	37.22 m	84.97 m	144.44 m
007	Suministro de gas l.p. a auto-tanque	32.35 m	66.02 m	150.71 m	256.18 m
008	Llenado de recipientes transportables.	11.98 m	24.45 m	55.80 m	94.86 m
010	Auto-tanque	21.75 m	44.38 m	101.31 m	172.22 m
011	Suministro de gas l.p.	9.18 m	18.73 m	42.76 m	72.68 m
010	Muelle de llenado	2.08 m	4.25 m	9.69 m	16.47 m
013	Recipiente no transportable	19.37 m	39.54 m	90.25 m	153.42 m

Tabla V. 31: Daños ocasionados por un dardo de fuego

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		37.5 KW/m ²	12.5 KW/m ²	5 KW/m ²	1.4 KW/m ²
002	Recepción de semirremolques	14.94 m	25.59 m	39.21 m	72.11 m
005	Almacenamiento de Gas L.P.	17.18 m	29.98 m	46.91 m	86.65 m
006	Suministro de gas l.p. a auto-tanque	10.15 m	17.20 m	26.67 m	49.06 m
007	Suministro de Gas L.P. a auto - tanques	3.76 m	6.36 m	9.87 m	18.15 m
010	Auto-tanque	7.29 m	12.35 m	19.16 m	35.23 m
013	Recipiente no transportable	10.74 m	19.60 m	31.05 m	57.69 m



	G A S E L S O B R A N T E , S . A . D E C . V .	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN	
	Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

DAÑOS OCASIONADOS POR LA BLEVE DEL SEMIRREMOLQUE, TANQUES DE ALMACENAMIENTO Y AUTO-TANQUE.

Tabla V. 32: Onda de Sobrepresión (efecto radial) causada por las expansión del vapor y del líquido contenido en un recipiente

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO A LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		10.0 psi	3.0 psi	1.0 psi	0.5 psi
003	Recepción de semirremolques	18.63 m	38.02 m	86.80 m	147.54 m
004	Almacenamiento de Gas L.P.	21.01 m	42.87 m	97.86 m	166.35 m
009	Auto tanque	6.42 m	13.11 m	29.92 m	50.86 m
012	Recipiente no transportable	6.42 m	13.11 m	29.92 m	50.86 m

Tabla V. 33: Daños causados por la radiación térmica producida por la bola de fuego (efecto radial)

EVENTO	SUBSISTEMA	ZONAS DE SEGURIDAD EN TORNO DE LA INSTALACIÓN			
		RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		37.5 KW/m ²	12.5 KW/m ²	5.0 KW/m ²	1.4 KW/m ²
003	Recepción de semirremolques	190.04 m	362.64 m	580.02 m	1081.40 m
004	Almacenamiento de Gas L.P.	246.10 m	501.18 m	812.72 m	1,524.34 m
009	Auto-tanque	97.32 m	194.05 m	313.33 m	586.61 m
012	Recipiente no transportable	119.51 m	226.59 m	361.89 m	674.27 m

NO. DE EVENTO	CARACTERÍSTICAS DE LA BOLA DE FUEGO		
	Diámetro [$D_{max} = 5.8M^{1/3}$]	Altura [$H = 0.75D_{max}$]	Duración máxima de deflagración
Evento 003: Recepción de semirremolques	171.91 m	128.93 m	13.3 s
Evento 004: Almacenamiento de Gas L.P.	284.77 m	213.58 m	18.2 s
Evento 009: Auto tanque	104.91 m	78.68 m	8.1 s
Evento 012: Recipiente no transportable	104.91 m	78.68 m	8.1 s





Daños ocasionados por el incendio de una nube de vapor (llamarada o flash fire)

EVENTO	SUBSISTEMA	RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN			
		Zona de fatalidad L.I.I. (100% letalidad)		Zona de quemado 0.5 L.I.I. (Graves daños a equipos)	
001	Recepción de semirremolques (Emisión instantánea)	Distancia X=	Desde 0.02 hasta 2.88 m	Distancia X=	Desde 0.02 hasta 5.18 m
		Y de exclusión=	2.72 m	Y de exclusión=	3.54 m
		Dist. Máx.=	3.08 m	Dist. Máx.=	5.18 m
002	Recepción de semirremolques (Emisión Chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.82 hasta 14.34 m	Distancia X=	Desde 1.73 hasta 21.34 m
		Y de exclusión=	3.83 m	Y de exclusión=	5.61 m
		Dist. Máx.=	14.34 m	Dist. Máx.=	13.61 m
006	Suministro de gas l.p. a auto- tanque	Distancia X=	Desde 1.76m hasta 9.14m	Distancia X=	Desde 1.67 m hasta 13.61m
		Y de exclusión=	2.80 m	Y de exclusión=	3.95 m
		Dist. Máx.=	9.14 m	Dist. Máx.=	2.89 m
007	Suministro de Gas L.P. a auto - tanques (Emisión chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.46 hasta 1.72 m	Distancia X=	Desde 1.18 hasta 3.57 m
		Y de exclusión=	0.02 m	Y de exclusión=	1.04 m
		Dist. Máx.=	1.72 m	Dist. Máx.=	3.57 m
008	Llenado de recipientes transportables (Emisión chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 4.84 m	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 8.61 m
		Y de exclusión=	4.56 m	Y de exclusión=	5.62 m
		Dist. Máx.=	5.17 m	Dist. Máx.=	8.61 m
010	Auto-tanque (Emisión chorro horizontal)	Distancia X=	Desde 1.65 hasta 5.35 m	Distancia X=	Desde 1.55 hasta 8.98 m
		Y de exclusión=	1.22 m	Y de exclusión=	2.14 m
		Dist. Máx.=	5.35 m	Dist. Máx.=	8.98 m
011	Suministro de gas l.p. (Emisión instantánea)	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 3.56 m	Distancia X=	Desde 0.00 hasta 6.32 m
		Y de exclusión=	2.94 m	Y de exclusión=	3.75 m
		Dist. Máx.=	3.56 m	Dist. Máx.=	6.32 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.**



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

**INSTALACIONES EN OPERACIÓN
(ARSH)**

CAPÍTULO VI RADIOS DE AFECTACIÓN



GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de
Distribución

Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

VI.1. RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.

A continuación, se presentan los radios potenciales de afectación de los eventos que pudieran suscitarse en el interior de las *instalaciones*, asimismo para la definición y justificación de las zonas de seguridad en torno a las instalaciones se sustenta en los criterios establecidos de las zonas de salvaguardas en la Guía para Elaboración de Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos.

Inflamabilidad

Es la medida de la facilidad que presenta un gas líquido o incluso un sólido, en este caso el GLP, 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:

- 1.4 kW/m² – Zona de Amortiguamiento.
- 5.0 kW/m² – Zona de Alto Riesgo.
- 12.5 kW/m² – Zona de alto riesgo por daño a equipos.
- 37.5 kW/m² - Zona de alto riesgo por daño a equipos.

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):

- 1.0 lb/plg² – Zona de Alto Riesgo.
- 0.5 lb/plg² – Zona de Amortiguamiento.
- 3.0 lb/plg² - Zona de alto riesgo por daño a equipos.
- 10.0 lb/plg² - Zona de alto riesgo por daño a equipos.

Asimismo, es importante mencionar que se identificaron puntos de interés en torno a la Planta de Distribución de Gas L.P., tales como: áreas y equipos de instalaciones industriales; zonas vulnerables de población, componentes ambientales, infraestructura vial e industrial que se encuentran dentro de los radios potenciales de afectación.



RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC-001A: Flashfire de emisión instantánea dada la fuga de Gas L.P. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. al recipiente de almacenamiento. Recepción de semirremolques



Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema: Recepción de semirremolques	Descripción del escenario: Representación gráfica de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas). Ocasionada por una conexión o acoplamiento inadecuado de la manguera que va de la válvula de descarga del semirremolque al acoplador de llenado para líquido de las tomas de descarga de remolques-tanque esta podría soltarse, provocando la liberación de material inflamable correspondiente al contenido de la manguera hasta la válvula Pull Away.
No. de escenario: ESC. 001-A	Por lo que la masa fugada será la equivalente a la contenida en la manguera de 51 mm de diámetro y que va hasta la válvula Pull Away 9 m. Se considera que la manguera tiene un diámetro de 51 mm y una longitud de 9.00metros.

Rev.	Fecha	Nombre	Firma
01	21/07/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	

Clave o número de plano
ESC. 001-A. RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES (LLAMARADA DE EMISIÓN INSTANTÁNEA).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-001B: NVNC dada la fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. al recipiente de almacenamiento. Recepción de semirremolques



Niveles de sobrepresión		Distancia (m)	
0.5 lb/plg ²	Zona de amortiguamiento	67.65 m	
1.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	39.80 m	
3.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	17.43 m	
10 lb/plg ²		8.54 m	

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
 km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

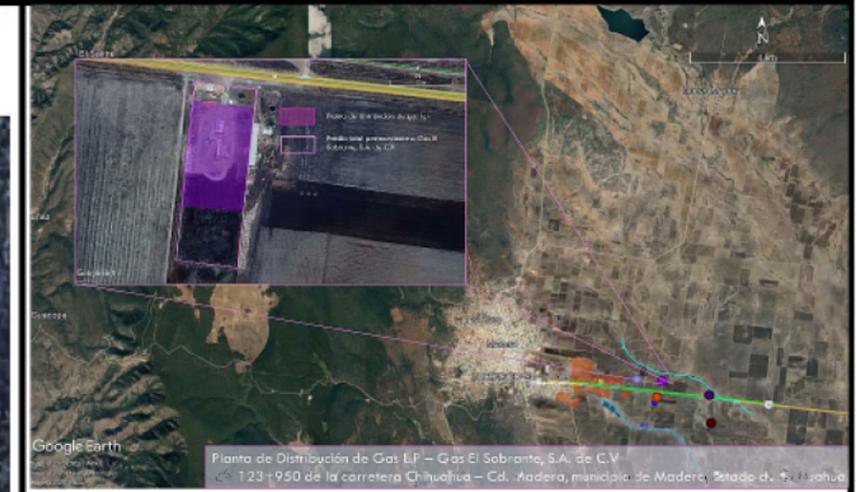
Nodo o sistema: Descripción del escenario:
 Recepción de semirremolques. Representación gráfica de las ondas de sobrepresión derivadas de la explosión de una nube de gas L.P. no confinada, a causa del desprendimiento de la manguera que va de la válvula de descarga del semirremolque al acoplador de llenado para gas líquido de la toma de recepción.

No. de escenario: ESC. 001-B
 La masa fugada será la equivalente a la contenida en la manguera de 51 mm de diámetro y que va hasta el punto de cierre automático otorgado por la válvula pull away. Se considera que la manguera tiene un diámetro de 51 mm y una longitud de 9.00 metros.

Rev.	Fecha	Nombre	Clave o número de plano
01	21/07/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	ESC. 001-B. RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES (NVNC)

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC-002A: Flashfire de emisión de chorro horizontal dada la fuga de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque debido al desprendimiento de la manguera de líquido mientras el compresor sigue funcionando. Recepción de semirremolques



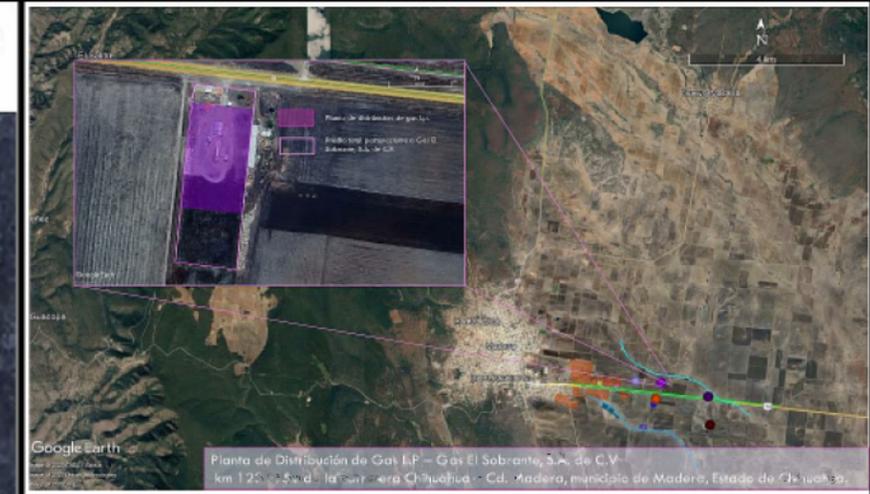
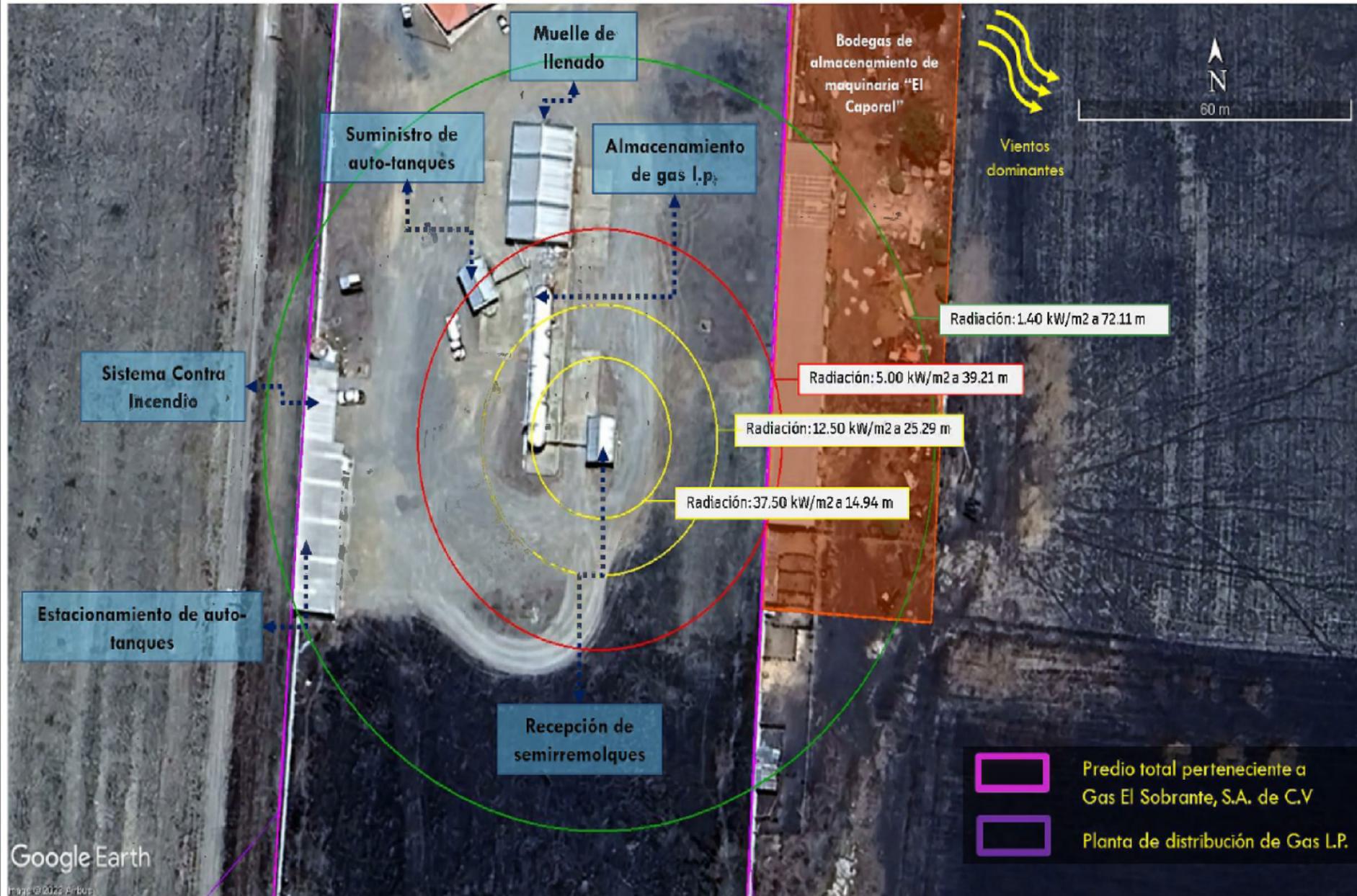
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
93000 ppm 0.5 L.I.I.	Zona de quemado (Se presentan daños graves a equipos)	Desde 1.73 m hasta: 21.34 m Y de exclusión: 5.61 m Dist. Máx: 21.34 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% de letalidad)	Desde 1.82 m hasta: 14.34 m Y de exclusión: 3.83 m Dist. Máx: 14.34 m
93000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% de letalidad)	Desde 2.05 m hasta: 4.87 m Y de exclusión: 0.85 m Dist. Máx: 4.87 m
Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.	
Nodo o sistema: Recepción de semirremolques	Descripción del escenario: Representación gráfica de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas) ocasionada por el desprendimiento de la manguera de gas líquido durante la descarga de un semirremolque, mientras el compresor sigue operando. Se considera un tiempo estimado de respuesta de 30 s. El tipo de liberación a través de la válvula de descarga del semirremolque es continuo, formando una pluma que alcanzará su máxima extensión y se mantendrá durante todo el tiempo que dure la descarga.	
No. de escenario: ESC. 002-A	El compresor es marca Corken modelo 490 con una capacidad nominal de líquido de 677.51 LPM (179 GPM).	



Rev.	Fecha	Nombre	Firma	Clave o número de plano
01	21/07/2023	Elaboró: Citlalli Martínez Flores Revisó: Yazmin Calzeta López Aprobó: José Morales Ku		ESC. 002-A. RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES (LLAMARADA DE EMISIÓN DE CHORRO HORIZONTAL).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-002B: Dardo de fuego dada la fuga de Gas L.P. a través de la válvula de descarga del semirremolque debido al desprendimiento de la manguera de líquido mientras el compresor sigue funcionando. Recepción de semirremolques



Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
1.4 kW/m ² —	Zona de amortiguamiento	72.11 m
5.0 kW/m ² —	Zona de alto riesgo	39.21 m
12.5 kW/m ² —	Zona de alto riesgo por daño a equipos	25.29 m
37.5 kW/m ² —		14.94 m

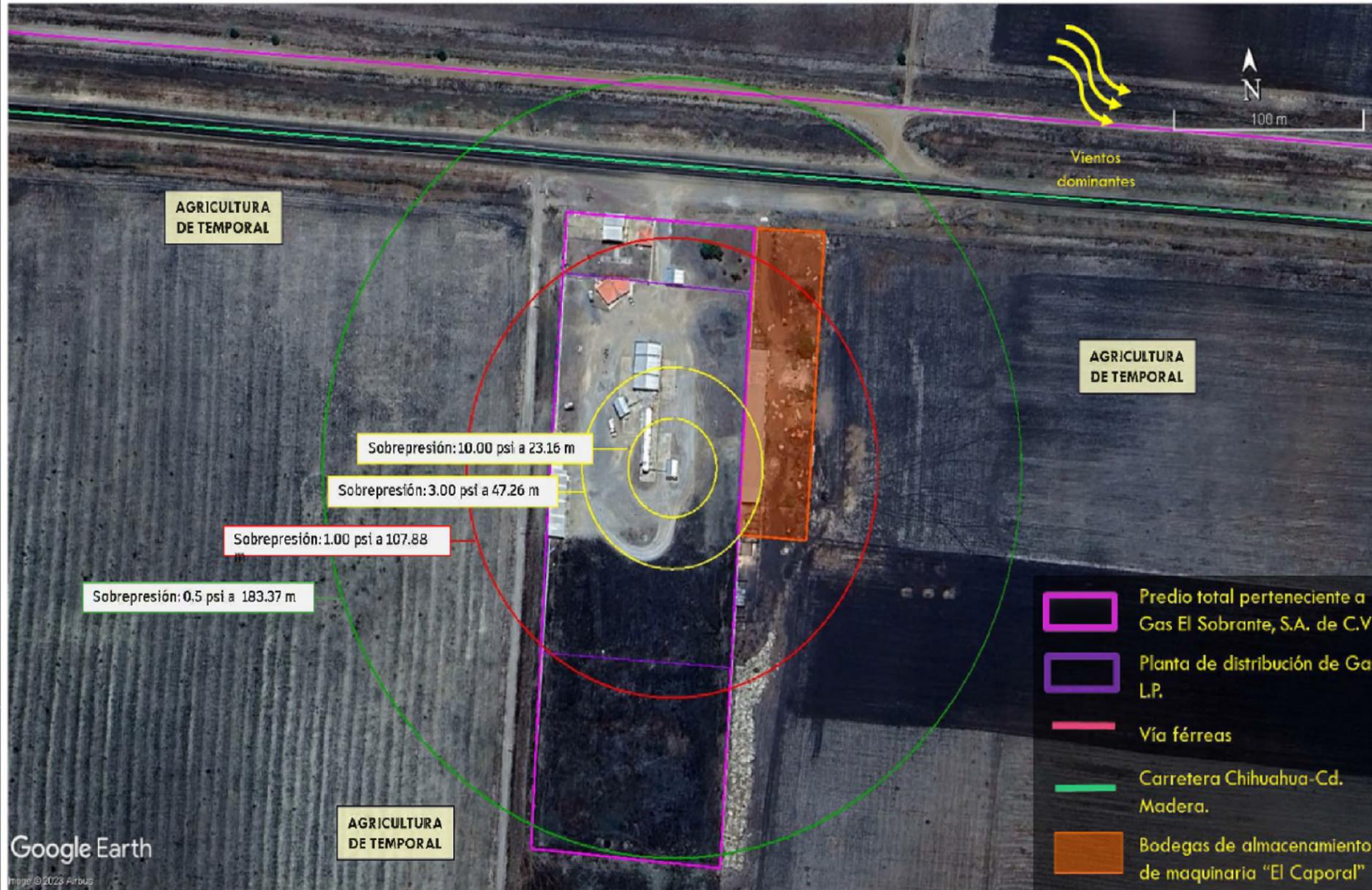
Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrente, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema:	Descripción del escenario: Representación gráfica de los radios de afectación dada la radiación térmica ocasionada por el desprendimiento de la manguera de gas líquido durante la descarga de un semirremolque, mientras el compresor sigue operando. Se considera un tiempo estimado de respuesta de 30 s.
No. de escenario:	ESC. 002-B La emisión de Gas L.P. a través de la válvula de descarga del semirremolque se da mediante un chorro presurizado que se desplaza horizontalmente conforme a la capacidad del compresor, la cual ante la presencia de una fuente de ignición formará un dardo de fuego (Jet Fire), donde el principal efecto negativo de este tipo de evento fundamentalmente es la radiación térmica generada por el incendio. El compresor es marca Corken modelo 490 con una capacidad nominal de líquido de 677.51 LPM (179 GPM).

Rev.	Fecha	Nombre	Firma
01	21/07/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	

Clave o número de plano	ESC. 002-B. RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES (JET FIRE)
--------------------------------	---

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-002C: NVNC fuga de Gas L.P. a través de la válvula de descarga del semirremolque debido al desprendimiento de la manguera de líquido mientras el compresor sigue funcionando. Recepción de semirremolques



Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
0.5 lb/plg ²	Zona de amortiguamiento	183.37 m
1.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	107.88 m
3.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	47.26 m
10 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	23.16 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
 km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

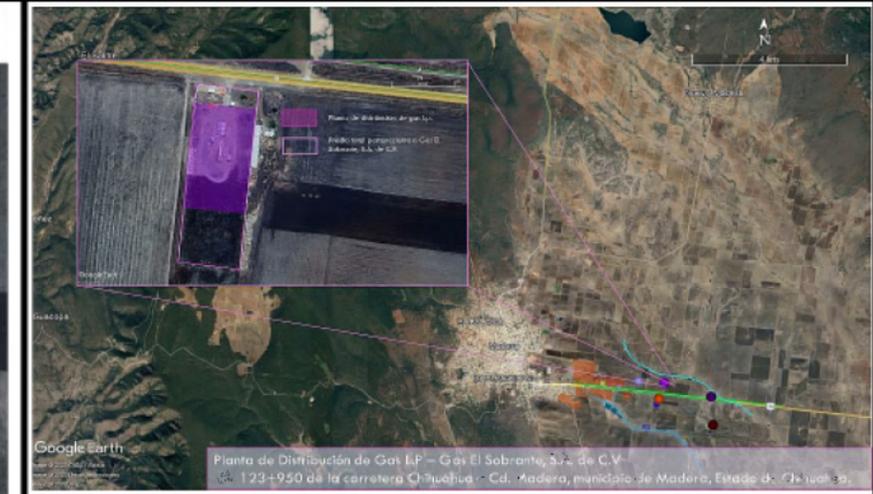
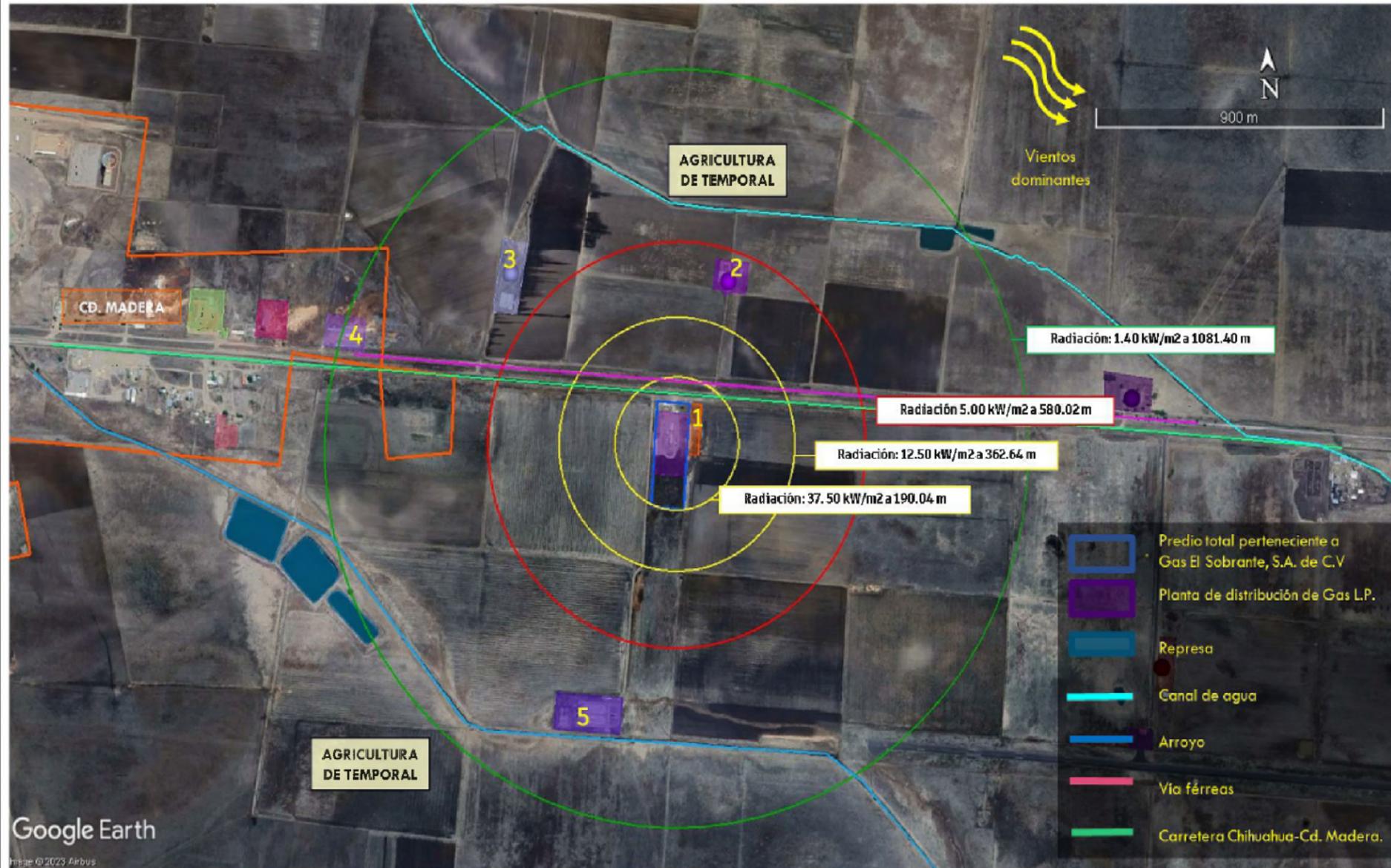
Nodo o sistema: Recepción de semirremolques
Descripción del escenario: Representación gráfica de los radios de afectación dada la sobrepresión ocasionada por el desprendimiento de la manguera de gas líquido durante la descarga de un semirremolque, mientras el compresor sigue operando. Se considera un tiempo estimado de respuesta de 30 s.
 La emisión de Gas L.P. a través de la válvula de descarga del semirremolque se da mediante un chorro presurizado que se desplaza horizontalmente conforme a la capacidad del compresor, la cual sin la presencia de una fuente de ignición formará una nube de vapor inflamable hasta hallar fuente de ignición, donde el principal efecto negativo de éste tipo de evento fundamentalmente es la sobrepresión generada por la nube.

No. de escenario: ESC. 002-C
 El compresor es marca Corken modelo 490 con una capacidad nominal de líquido de 677.51 LPM (179 GPM).

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/07/2023		ESC. 002-C. RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES (NVNC)

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-003A: Bola de fuego dada la BLEVE del semirremolque. Recepción de semirremolques



Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
1.4 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	1081.40 m
5.0 kW/m ²	Zona de alto riesgo	580.02 m
12.5 kW/m ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	362.64 m
37.5 kW/m ²		190.04 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrente, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua..

Nodo o sistema: Recepción de semirremolques
Descripción del escenario: Representación de las ondas de radiación térmica dada la BLEVE del semirremolque a causa de la radiación térmica derivada del dardo de fuego originado por la ignición de la emisión de Gas L.P., a través de la válvula de descarga del semirremolque (evento 002), la cual incide en la parte baja de este, lo que hará que aumente la presión interna dentro del recipiente, y cuando la presión alcance cierto valor, entrará en funcionamiento la válvula de seguridad, sin embargo, con el funcionamiento de esta, el nivel del líquido descenderá exponiendo una mayor área del tanque sin líquido a la radiación, lo que disminuirá su resistencia mecánica.

No. de escenario: ESC. 003-A
 Se considera que al producirse la BLEVE se vacía el semirremolque, el cual contiene gas líquido en 80% de su capacidad aproximadamente, esto es, contiene 44,000 litros – ya que se considera un semirremolque de capacidad total por 55,000 litros.

1. Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Caporal", 2. Rancho Blanco, 3. El Lucero de Don Rodolfo, 4. Aserradero, 5. Planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Madera

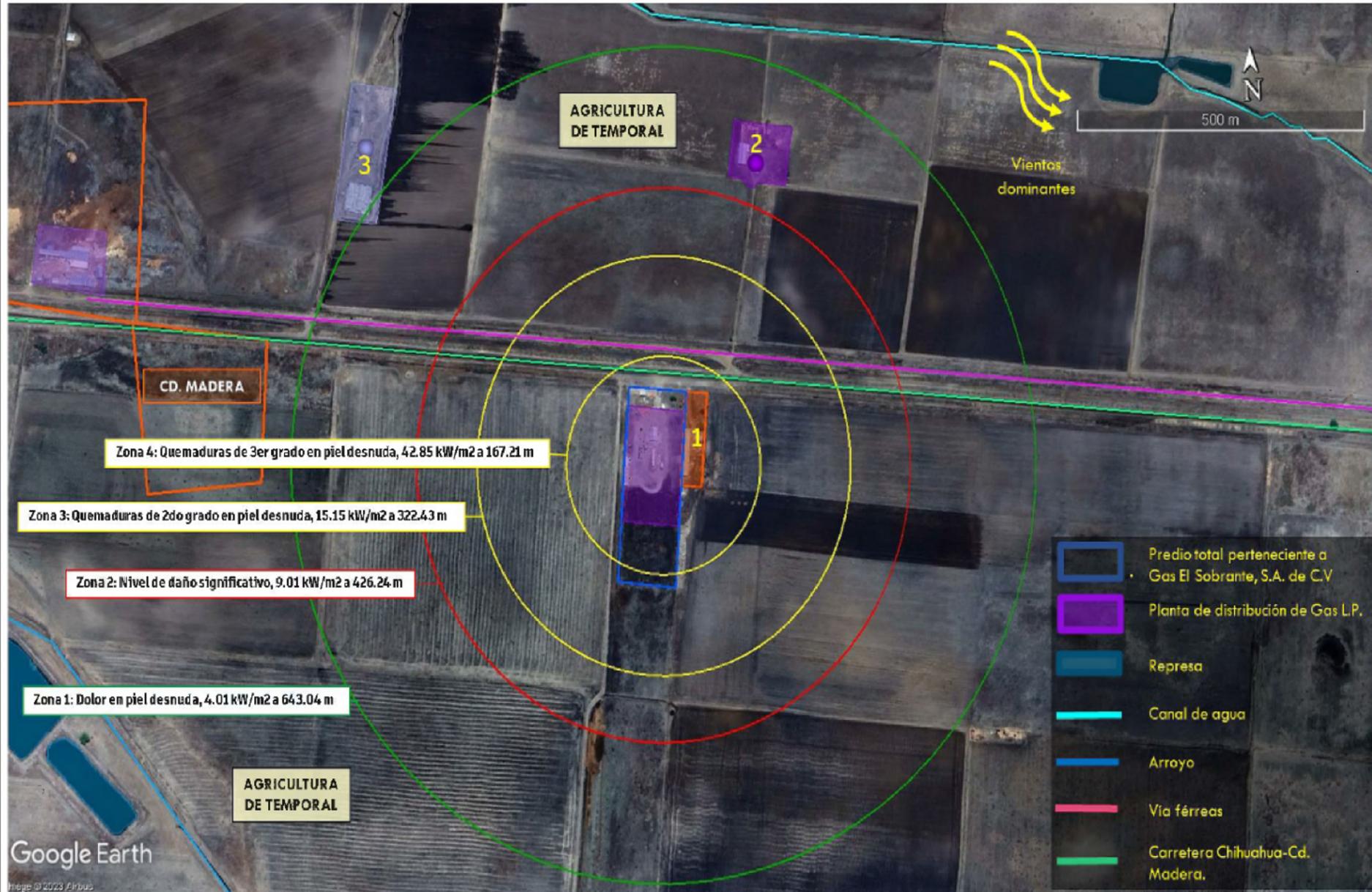
Rev.	Fecha
01	21/07/2023

Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Clave o número de plano
ESC. 003-A. RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES (BOLA DE FUEGO).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-003 A.1: Bola de fuego dada la BLEVE del semirremolque. Recepción de semirremolques Instalaciones.- Quemaduras.



Niveles de sobrepresión	Distancia (m)
4.01 kW/m ² — Zona 4. Quemaduras de tercer grado.	643.04 m
9.01 kW/m ² — Zona 3. Quemaduras de segundo grado	426.24 m
15.15 kW/m ² — Zona 2. Nivel de daño significativo	322.43 m
42.85 kW/m ² — Zona 1. Dolor en piel desnuda	167.21 m

Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema:	Descripción del escenario: Recepción de semirremolques. Representación de los radios de afectación por quemaduras causados por la radiación térmica emitida por la bola de fuego originada por la BLEVE del semirremolque. Se considera que al producirse la BLEVE se vacía el semirremolque, el cual contiene gas líquido en 80% de su capacidad aproximadamente, esto es, contiene 44,000 litros – ya que se considera un semirremolque de capacidad total por 55,000 litros.
No. de escenario:	ESC. 003-A.1 (Quemaduras)

1. Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Caporal", 2. Rancho Blanco, 3. El Lucero de Don Rodolfo

Rev.	Fecha	Nombre	Firma
01	21/07/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	

Clave o número de plano
ESC. 003-A.1. RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES. (QUEMADURAS).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-003B: TNT dada la BLEVE del semirremolque. Recepción de semirremolques



Niveles de sobrepresión		Distancia (m)
0.5 lb/plg ²	Zona de amortiguamiento	147.54 m
1.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	86.80 m
3.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	38.02 m
10 lb/plg ²		18.63 m

Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema: Recepción de semirremolques	Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación causados por sobrepresión emitida por la bola de fuego originada por la BLEVE del semirremolque.
No. de escenario: ESC. 003-B	Se considera que al producirse la BLEVE se vacía el semirremolque, el cual contiene gas líquido en 80% de su capacidad aproximadamente, esto es, contiene 44,000 litros – ya que se considera un semirremolque de capacidad total por 55,000 litros.

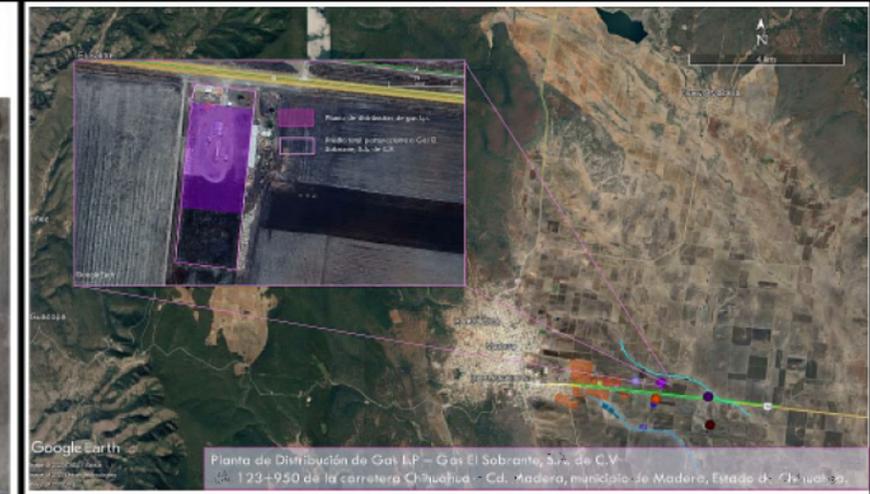
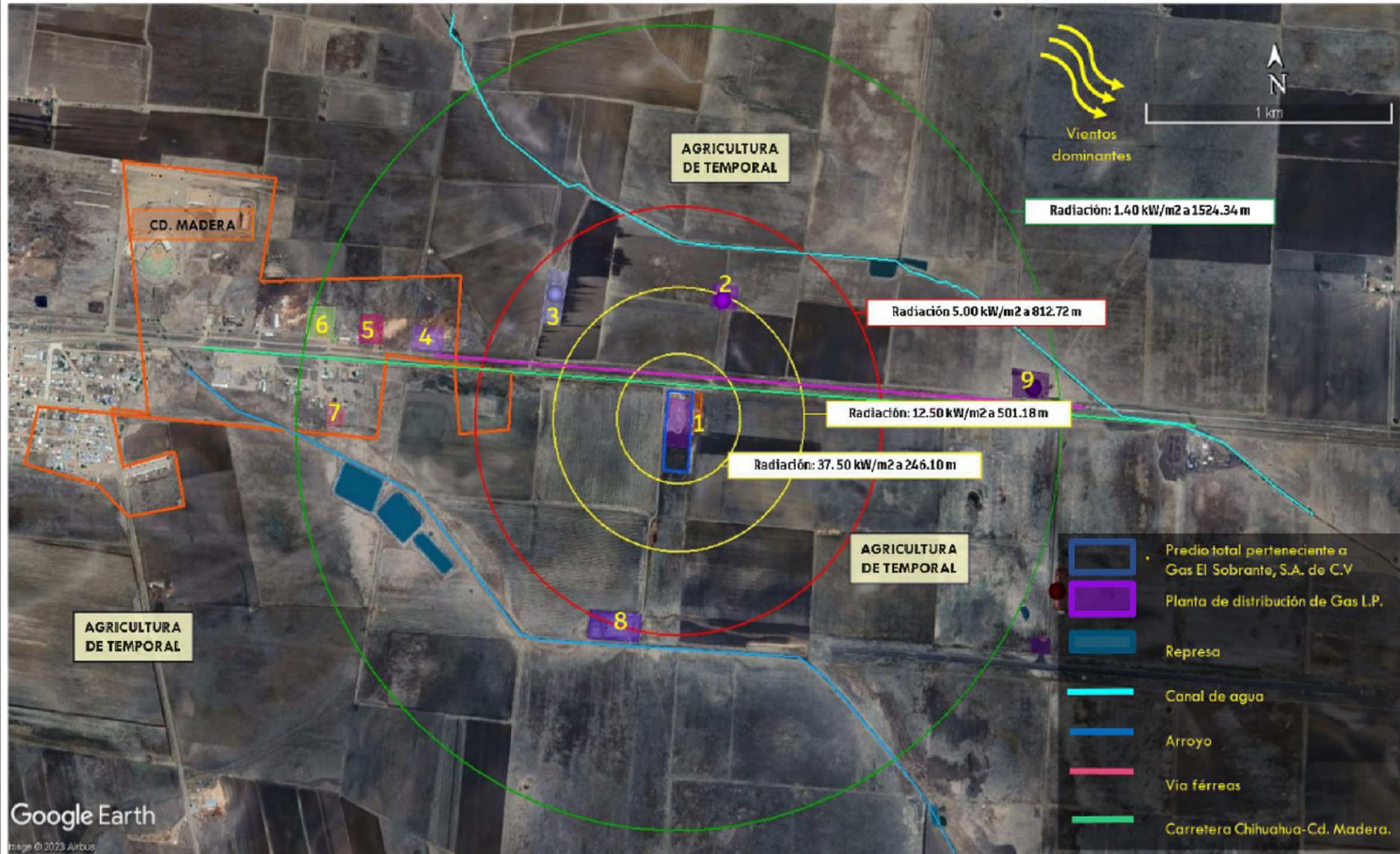
Rev.	Fecha
01	21/07/2023

Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Clave o número de plano
ESC. 003-B. RECEPCIÓN DE SEMIRREMOLQUES (TNT).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-004A: Bola de fuego del recipiente de almacenamiento de capacidad de 250,000 litros, debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo - Almacenamiento de Gas L.P.



Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
1.4 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	1524.34 m
5.0 kW/m ²	Zona de alto riesgo	812.72 m
12.5 kW/m ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	501.18 m
37.5 kW/m ²		246.10 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrente, S.A. de C.V.
 km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Nodo o sistema: Almacenamiento de Gas L.P.

Descripción del escenario:
 Representación de los radios de afectación causados por la radiación térmica emitida por la bola de fuego originada por la BLEVE del recipiente de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad de 250,000 litros a consecuencia de que un fragmento producto de la BLEVE del semirremolque impacte la superficie de este, provocando que este pierda su integridad mecánica, iniciándose la liberación instantánea de grandes cantidades de Gas L.P. en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del recipiente.

No. de escenario: ESC. 004-A

Se considerará que durante este suceso el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, esto es 200,000 litros.

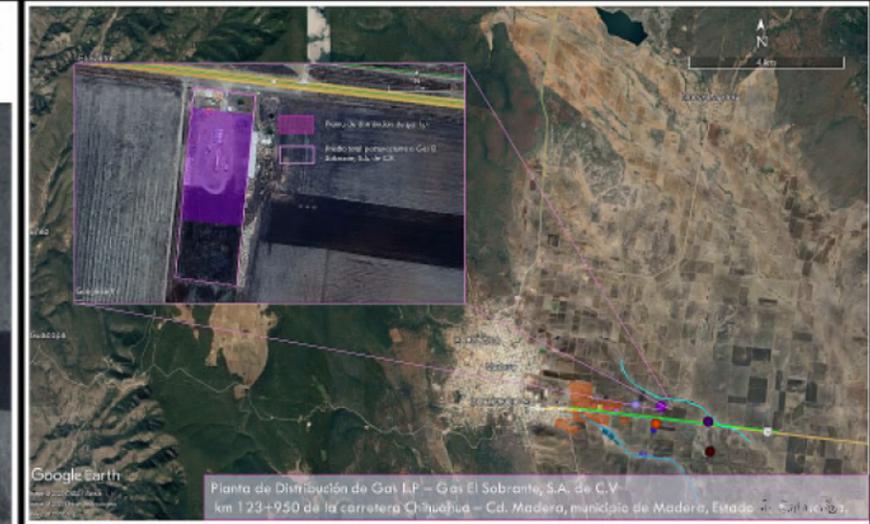
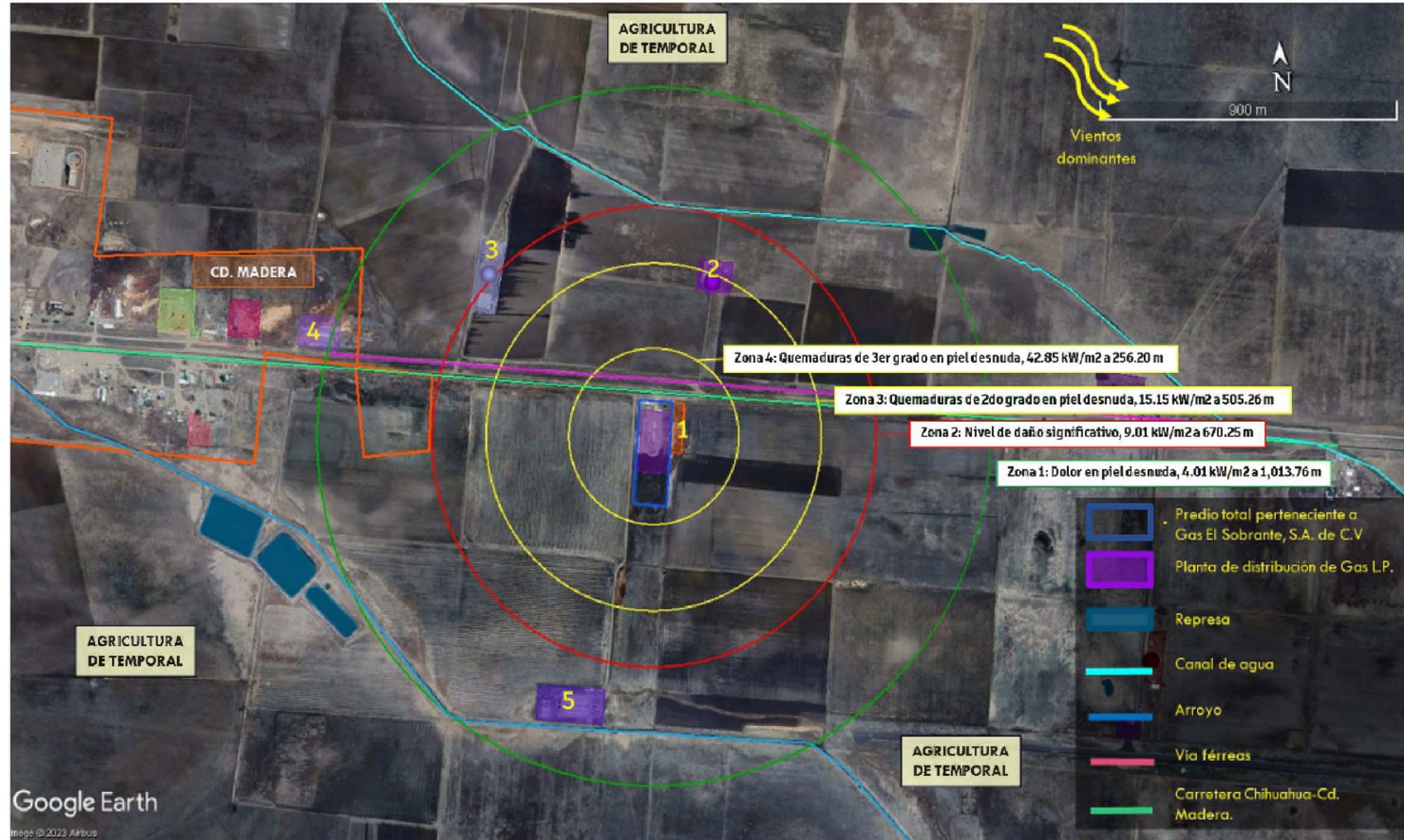
1. Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Caporal", 2. Rancho Blanco, 3. El Lucero de Don Rodolfo, 4. Aserradero, 5. Rastro, 6. Monasterio, 7. Materiales del Noroeste, 8. Planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Madera, 9. El Saucito

Rev.	Fecha	Nombre	Firma
01	21/07/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	

Clave o número de plano
ESC. 004-A. ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. (BOLA DE FUEGO).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-004A.1: Bola de fuego del recipiente de almacenamiento de capacidad de 250,000 litros, debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo - Almacenamiento de Gas L.P.



Niveles de sobrepresión	Distancia (m)
4.29 kW/m ² — Zona 4. Quemaduras de tercer grado.	1013.76 m
9.64 kW/m ² — Zona 3. Quemaduras de segundo grado	670.25 m
16.21 kW/m ² — Zona 2. Nivel de daño significativo	505.26 m
45.84 kW/m ² — Zona 1. Dolor en piel desnuda	256.20 m

Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema:	Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación por quemaduras causados por la radiación térmica emitida por la bola de fuego originada por la BLEVE del recipiente de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad de 250,000 litros a consecuencia de que un fragmento producto de la BLEVE del semirremolque impacte la superficie de este, provocando que este pierda su integridad mecánica, iniciándose la liberación instantánea de grandes cantidades de Gas L.P. en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del recipiente.
No. de escenario:	ESC. 004.1-A (Quemaduras) Se considerará que durante este suceso el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, esto es 200,000 litros.

1. Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Caporal", 2. Rancho Blanco, 3. El Lucero de Don Rodolfo, 4. Aserradero, Planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Madera

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
01	21/07/2023	

Clave o número de plano
ESC. 004.1-A. ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. (QUEMADURAS).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-004B: TNT dada la BLEVE del semirremolque. Recepción de semirremolques



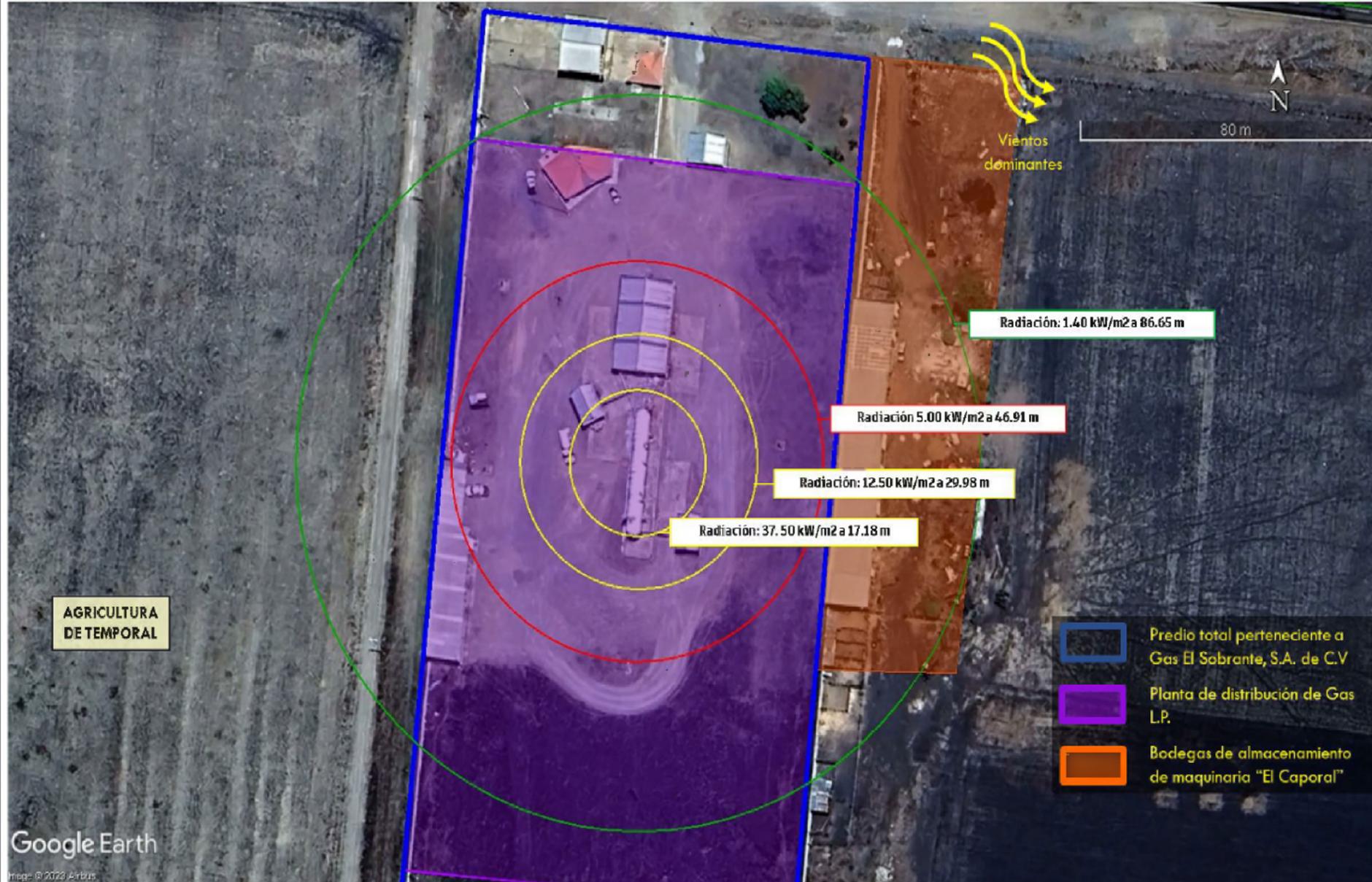
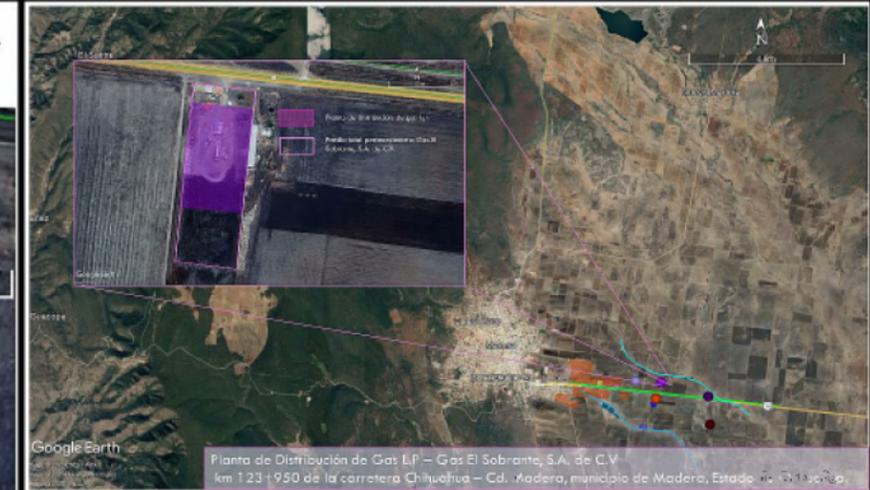
Niveles de sobrepresión		Distancia (m)	
0.5 lb/plg ²		Zona de amortiguamiento	166.35 m
1.0 lb/plg ²		Zona de alto riesgo	97.86 m
3.0 lb/plg ²		Zona de alto riesgo por daño a equipos	42.87 m
10 lb/plg ²			21.01 m
Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.		
Nodo o sistema: Almacenamiento de Gas L.P.	Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación causados por la sobrepresión emitida por la bola de fuego originada por la BLEVE del recipiente de almacenamiento de Gas L.P. con capacidad de 250,000 litros a consecuencia de que un fragmento producto de la BLEVE del semirremolque impacte la superficie de este, provocando que este pierda su integridad mecánica, iniciándose la liberación instantánea de grandes cantidades de Gas L.P. en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del recipiente.		
No. de escenario: ESC. 004-B	Se considerará que durante este suceso el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, esto es 200,000 litros.		

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
01	21/07/2023	

Clave o número de plano
ESC. 004.-B. ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. (TNT).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-005A: Dardo de fuego dada la fuga de Gas L.P. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento. Almacenamiento de Gas L.P.



Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
1.4 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	86.65 m
5.0 kW/m ²	Zona de alto riesgo	46.91 m
12.5 kW/m ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	29.98 m
37.5 kW/m ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	17.18 m

Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrente, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema:	Almacenamiento de Gas L.P.
No. de escenario:	ESC. 005-A
Descripción del escenario:	Representación de los radios de afectación causados por la radiación térmica emitida por la fuga de gas l.p. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento. 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).

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
01	21/07/2023	

Clave o número de plano
ESC. 005-A ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. (DARDO DE FUEGO).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-005B: NVNC dada la fuga de Gas L.P. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento. Almacenamiento de Gas L.P.



Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
0.5 lb/plg ²	Zona de amortiguamiento	256.18 m
1.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	150.71 m
3.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	66.02 m
10 lb/plg ²		32.25 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

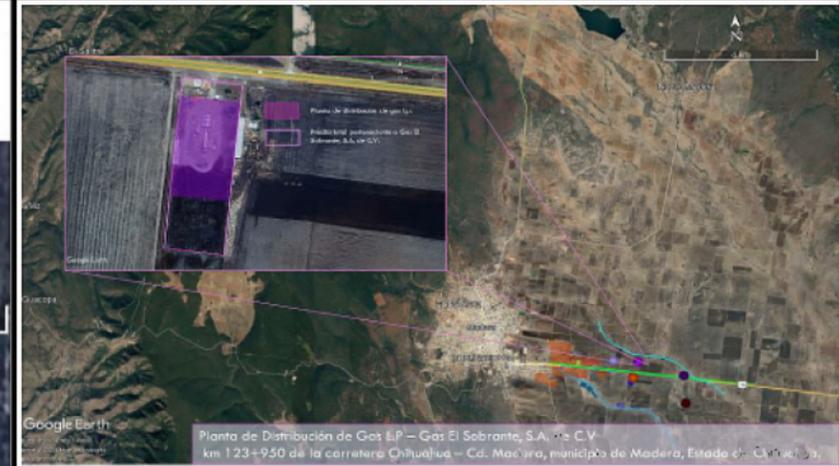
Nodo o sistema: Almacenamiento de gas l.p.
Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación causados por la sobrepresión emitida por la fuga de gas l.p. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento.

No. de escenario: ESC. 005-B
 Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay 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 de efectos mecánicos.

Rev.	Fecha	Nombre	Clave o número de plano
01	21/07/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	ESC. 005-B. ALMACENAMIENTO DE GAS L.P. (NVNC)

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC-006A: Flashfire de emisión instantánea dada la fuga de Gas L.P. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. al recipiente de almacenamiento. Recepción de semirremolques



Niveles de concentración de interés		Distancia (m)	
9000 ppm 0.5 L.I.I		Zona de quemado (Se presentan daños graves a equipos)	Desde 1.67 m hasta: 13.61 m Y de exclusión: 3.95 m Dist. Máx: 13.61 m
18000 ppm L.I.I.		Zona de fatalidad (100% de letalidad)	Desde 1.76 m hasta: 9.14 m Y de exclusión: 2.80 m Dist. Máx: 9.14 m
93000 ppm			Desde 2.00 m hasta 3.33 m Y de exclusión 0.54 m Dist. Máx 3.33 m

Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema:	Descripción del escenario: Representación gráfica de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas) ocasionada por la fuga de Gas L.P. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque. Por las características de la fuente, la masa fugada de Gas L.P. será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando 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.
No. de escenario:	ESC. 006-A

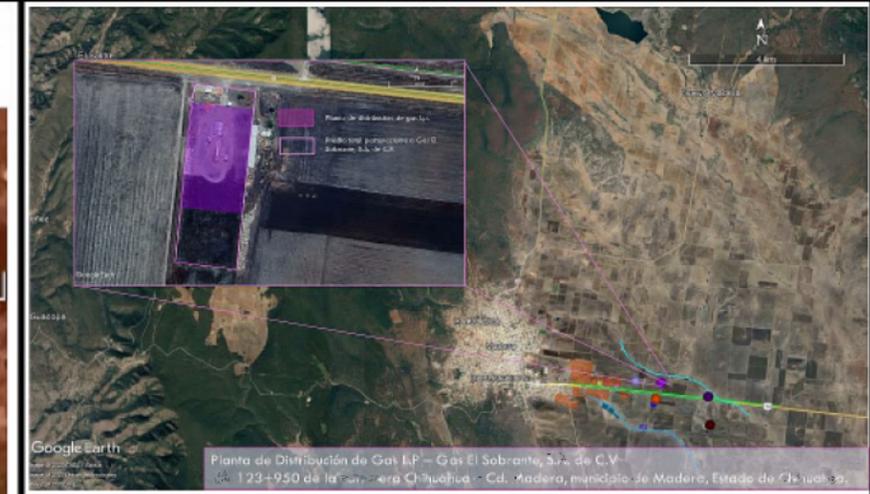
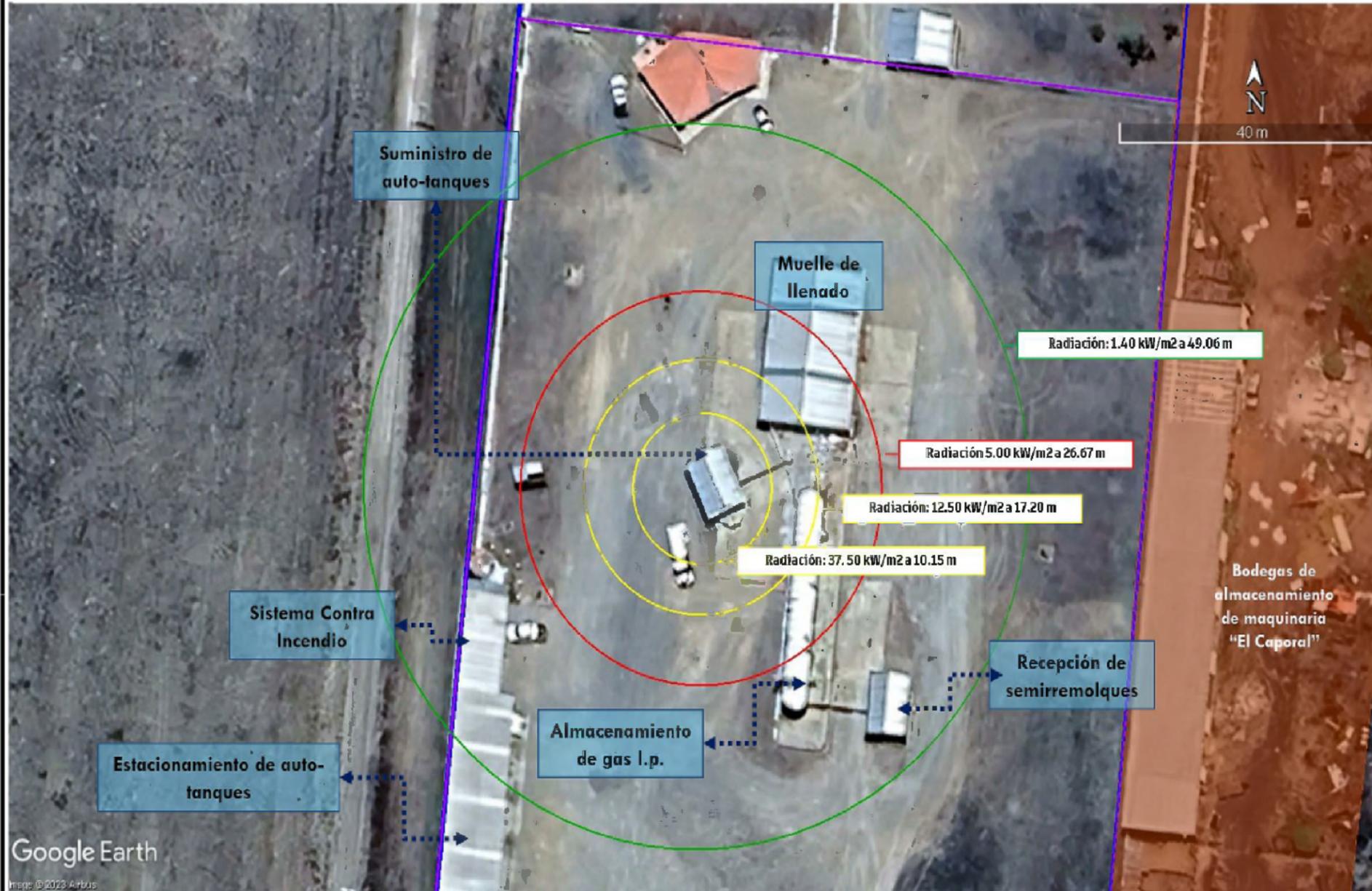
Rev.	Fecha
01	21/07/2023

Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Clave o número de plano
ESC. 006-A SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTO-TANQUES (LLAMARADA DE EMISIÓN DE CHORRO HORIZONTAL).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-006B: Dardo de fuego dada la fuga de Gas L.P. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque. Suministro de Gas L.P. a auto-tanque.



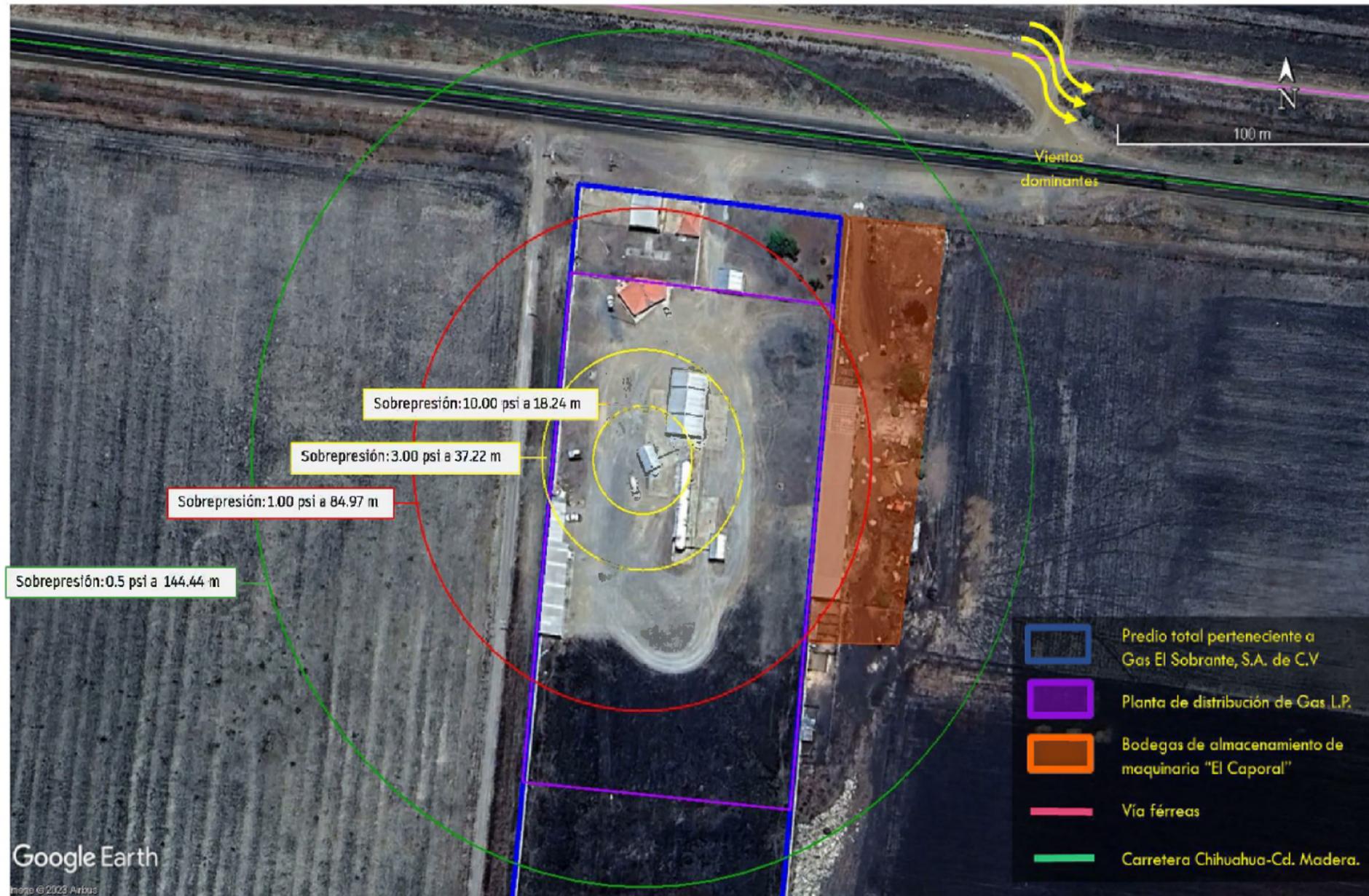
Niveles de sobrepresión		Distancia (m)	
1.4 kW/m ²	—	Zona de amortiguamiento	49.06 m
5.0 kW/m ²	—	Zona de alto riesgo	26.67 m
12.5 kW/m ²	—	Zona de alto riesgo por daño a equipos	17.20 m
37.5 kW/m ²	—		10.15 m

Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema:	Suministro de gas l.p. a auto - tanques
No. de escenario:	ESC. 006-B
Descripción del escenario:	Representación de los radios de afectación causados por la radiación térmica emitida por la fuga de Gas L.P. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque. Por las características de la fuente, la masa fugada de Gas L.P. será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/07/2023		SC. 006-B SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTOTANQUES (DARDO DE FUEGO).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-006C: NVNC dada la fuga de Gas L.P. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de Gas L.P. a un auto-tanque. Suministro de Gas L.P. a auto-tanque.



Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
0.5 lb/plg ²	Zona de amortiguamiento	144.44 m
1.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	84.97 m
3.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	37.22 m
10 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	18.24 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
 km 123+950 de la carretera Chihuahua - Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Nodo o sistema: Suministro de gas l.p. a auto - tanques

Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación causados por la sobrepresión emitida por la fuga de Gas L.P. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque.

No. de escenario: ESC. 006-C

Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando 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.

Clave o número de plano

ESC. 006-C SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTOTANQUES (NVNC)

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
01	21/07/2023	

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC-007A: Flashfire de emisión horizontal dada la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación de la bomba de trasiego. Suministro de Gas L.P. a auto-tanque



Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
9000 ppm 0.5 L.I.I		Zona de quemado (Se presentan daños graves a equipos) Desde 1.23 m hasta: 9.50 m Y de exclusión: 1.23 m Dist. Máx: 9.50 m
18000 ppm L.I.I.		Zona de fatalidad (100% de letalidad) Desde 1.46 m hasta: 1.72 m Y de exclusión: 0.02 m Dist. Máx: 1.72 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
 km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Nodo o sistema: Suministro de gas l.p. a auto – tanque.
Descripción del escenario: Representación gráfica de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas) ocasionada por la fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación la misma.

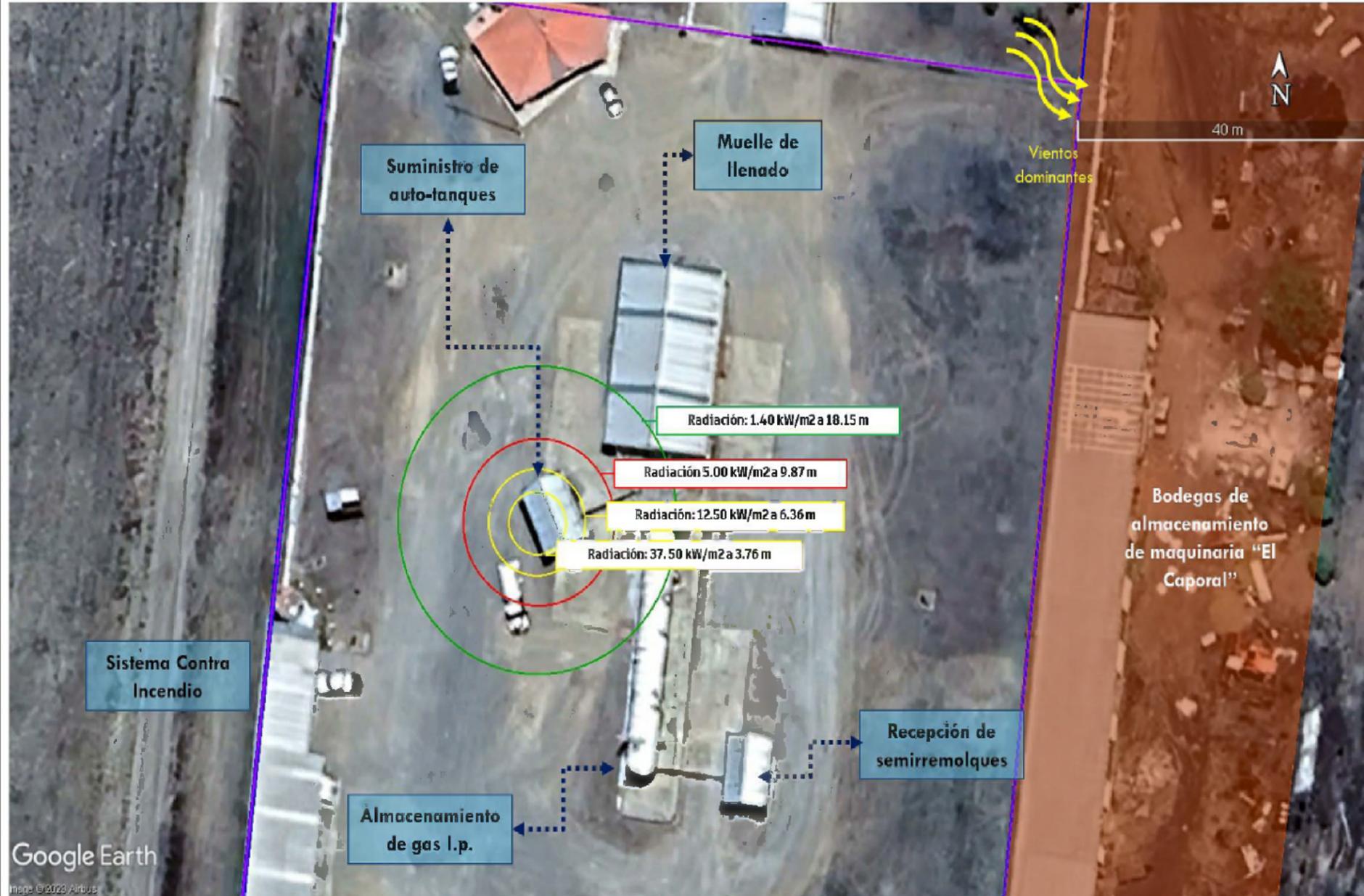
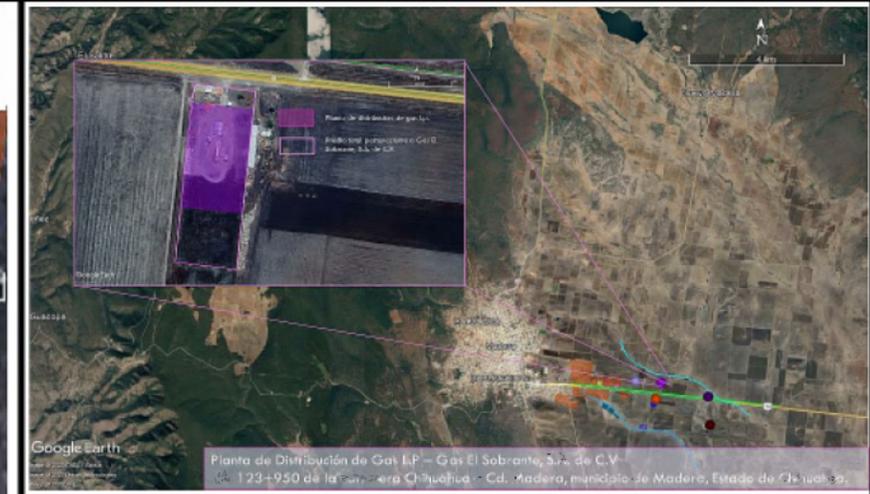
No. de escenario: ESC. 007-A
 La emisión de chorro horizontal de GLP a través del sello mecánico de la bomba Blackmer modelo LGL-2E. El diámetro equivalente de fuga es de 1/4".

Rev.	Fecha	Nombre	Firma
01	21/07/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	

Clave o número de plano
ESC. 007-A. SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTO-TANQUE (LLAMARADA DE EMISIÓN DE CHORRO HORIZONTAL).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-007B: Dardo de fuego dada la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación de la bomba de trasiego. Suministro de Gas L.P. a auto-tanque



Niveles de sobrepresión		Distancia (m)	
1.4 kW/m ²	—	Zona de amortiguamiento	18.15 m
5.0 kW/m ²	—	Zona de alto riesgo	9.87 m
12.5 kW/m ²	—	Zona de alto riesgo por daño a equipos	6.36 m
37.5 kW/m ²	—		3.76 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
 km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Nodo o sistema: Suministro de gas l.p. a auto-tanque

No. de escenario: ESC. 007-B
Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación causados por la radiación térmica emitida por la fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por la cavitación de la misma.
 La ocurrencia de un dardo de fuego con la emisión dada la fuga a través del sello mecánico de la bomba Blackmer modelo LGL-2E. El diámetro equivalente de fuga es de 1/4".

Clave o número de plano

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
01	21/07/2023	

ESC. 007-B SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTO-TANQUES (DARDO DE FUEGO).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-007C: NVNC dada la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación de la bomba de trasiego. Suministro de Gas L.P. a auto-tanque



Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
0.5 lb/plg ²	Zona de amortiguamiento	256.18 m
1.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	150.71 m
3.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	66.02 m
10 lb/plg ²	por daño a equipos	32.35 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Nodo o sistema: Suministro de gas l.p. a auto-tanques

Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación causados por la sobrepresión emitida por la fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación la misma.

No. de escenario: ESC. 007-C

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 la llamarada.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
01	21/07/2023	

Clave o número de plano
ESC. 007-C SUMINISTRO DE GAS L.P. A AUTO-TANQUES (NVNC)

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC-008.1.A: ESC-008A: Flashfire de emisión instantánea dada la fuga de gas l.p. debido al desfonde de un recipiente transportable. Llenado de recipientes transportables



Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
9000 ppm 0.5 L.I.I		Zona de quemado (Se presentan daños graves a equipos) Desde 0.00 m hasta: 8.61 m Y de exclusión: 5.62 m Dist. Máx: 8.61 m
18000 ppm L.I.I.		Zona de fatalidad (100% de letalidad) Desde 0.00 m hasta: 4.84 m Y de exclusión: 4.56 m Dist. Máx: 5.17 m
93000 ppm		Zona de fatalidad (100% de letalidad) Desde 0.00 m hasta: 0.57 m Y de exclusión: 1.91 m Dist. Máx: 1.93 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
 km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Nodo o sistema: Llenado de recipientes transportables
Descripción del escenario: Representación gráfica de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas) ocasionada por el desfonde de un recipiente transportable.
 Se considera una masa fugada equivalente a 30 kg, la masa fugada de Gas L.P. en fase líquida, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cuál dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar la turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o una llamarada de emisión instantánea.

No. de escenario: ESC. 008-A

Rev.	Fecha
01	21/07/2023

Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Clave o número de plano
ESC. 008.1-A. LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES (LLAMARADA DE EMISIÓN DE INSTANTÁNEA).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-008.1.B: NVNC dada la fuga de Gas L.P. debido al desfonde de un recipiente transportable. Llenado de recipientes transportables



Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
0.5 lb/plg ²	Zona de amortiguamiento	94.86 m
1.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	55.80 m
3.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	24.45 m
10 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	11.98 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrente, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

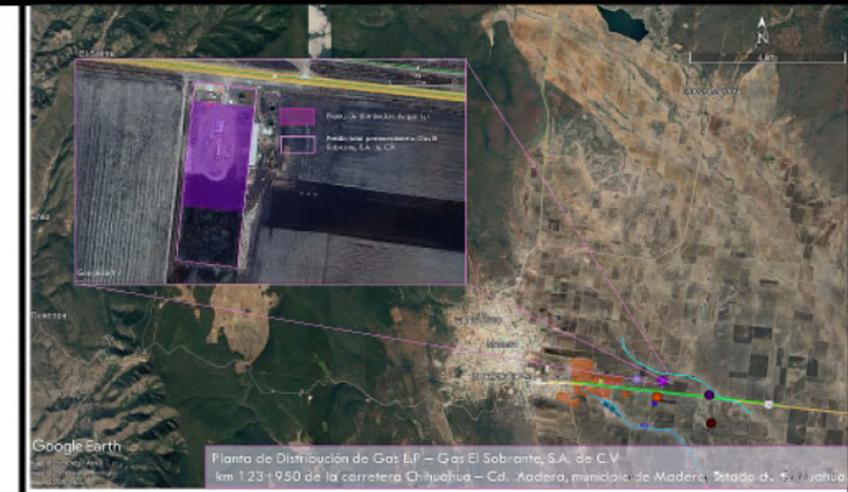
Nodo o sistema: Llenado de recipientes transportables
Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación causados por la sobrepresión emitida por la fuga de gas l.p. ocasionada por el desfonde de un recipiente transportable.

No. de escenario: ESC. 008-B
 Se considera una masa fugada equivalente a 30 kg, la masa fugada de Gas L.P. en fase líquida, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cuál dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar la turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o una llamarada de emisión instantánea.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/07/2023		ESC. 008-B LLENADO DE RECIPIENTES TRANSPORTABLES (NVNC)

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC-008.2 A: Flashfire de emisión instantánea dada la fuga de gas l.p. debido al desfonde de un recipiente transportable. Vehículos de reparto



Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
9000 ppm 0.5 L.I.I	Zona de quemado (Se presentan daños graves a equipos)	Desde 0.00 m hasta: 8.61 m Y de exclusión: 5.62 m Dist. Máx: 8.61 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% de letalidad)	Desde 0.00 m hasta: 4.84 m Y de exclusión: 4.56 m Dist. Máx: 5.17 m
93000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% de letalidad)	Desde 0.00 m hasta: 0.57 m Y de exclusión: 1.91 m Dist. Máx: 1.93 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
 km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Nodo o sistema: Descripción del escenario:
 Sistema 4: Distribución y venta
 Representación gráfica de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas) ocasionada por el desfonde de un recipiente transportable.

Subsistema 4.2: Vehículos de reparto
 Se considera una masa fugada equivalente a 30 kg, la masa fugada de Gas L.P. en fase líquida, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cuál dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar la turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o una llamarada de emisión instantánea.

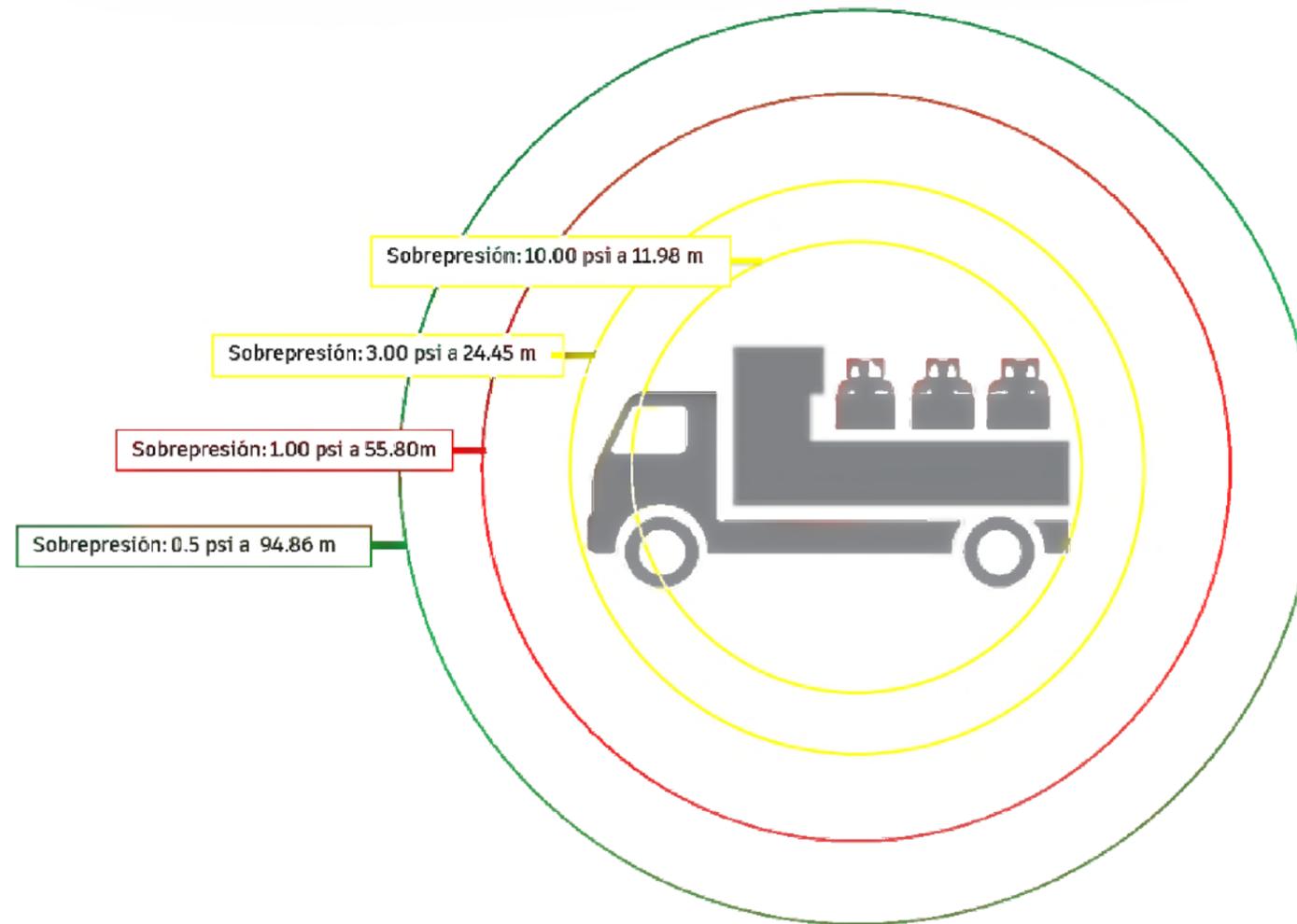
No. de escenario: ESC. 008.2-A

Clave o número de plano
ESC. 008.2-A. VEHÍCULOS DE REPARTO (LLAMARADA DE EMISIÓN DE INSTANTÁNEA).

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
01	21/06/2023	

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-008.2 B: NVNC dada la fuga de Gas L.P. debido al desfonde de un recipiente transportable. Distribución y venta



Niveles de sobrepresión		Distancia (m)
0.5 lb/plg ²	Zona de amortiguamiento	94.86 m
1.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	55.80 m
3.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	24.45 m
10 lb/plg ²		11.98 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrente, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Nodo o sistema: Sistema 4: Distribución y venta
 Subsistema 4.2: Vehículos de reparto

Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación causados por la sobrepresión emitida por la fuga de gas l.p. ocasionada por el desfonde de un recipiente transportable.

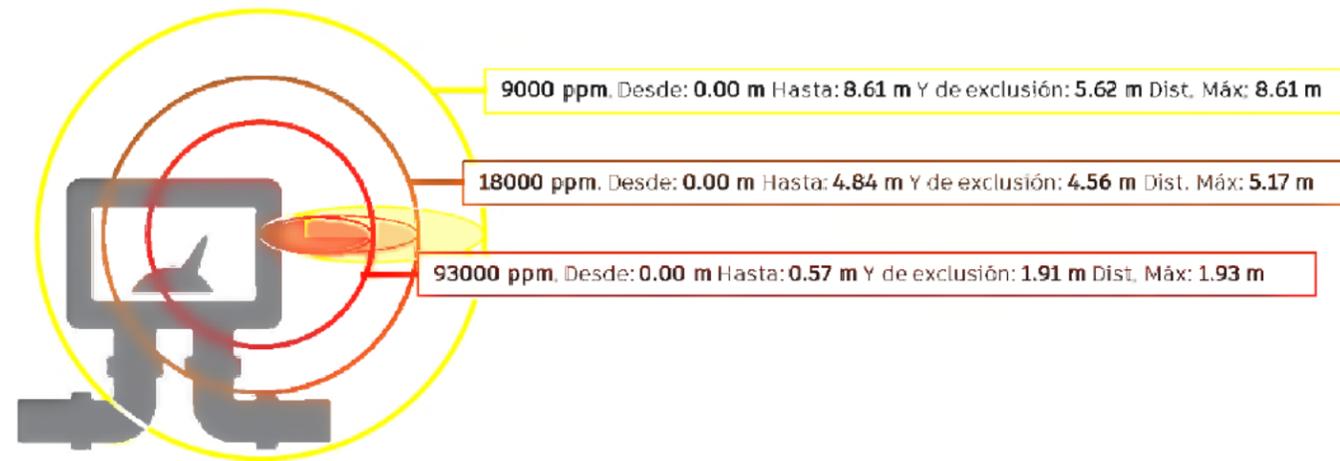
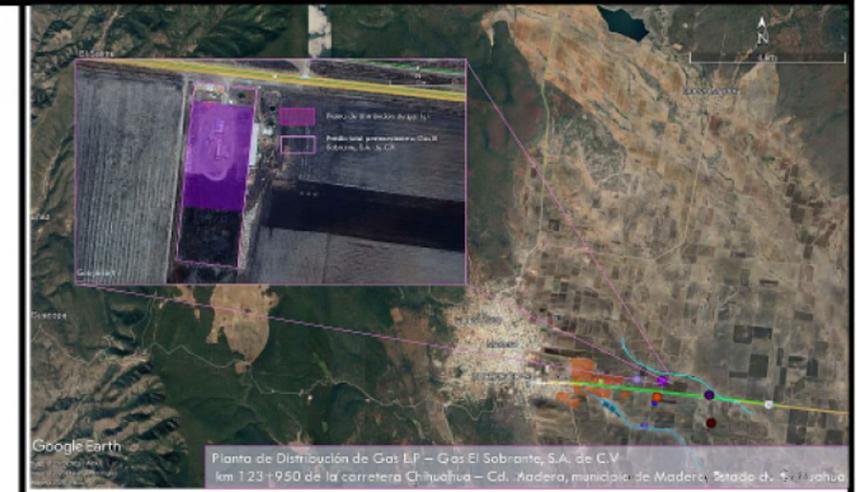
No. de escenario: ESC. 008.2-B

Se considera una masa fugada equivalente a 30 kg, la masa fugada de Gas L.P. en fase líquida, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cuál dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar la turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o una llamarada de emisión instantánea.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/06/2023		ESC. 008.2-B VEHÍCULO DE REPARTO (NVNC)

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC-008.3 A: Flashfire de emisión instantánea dada la fuga de Gas L.P. debido al desfonde de un recipiente transportable.
 Distribución y venta



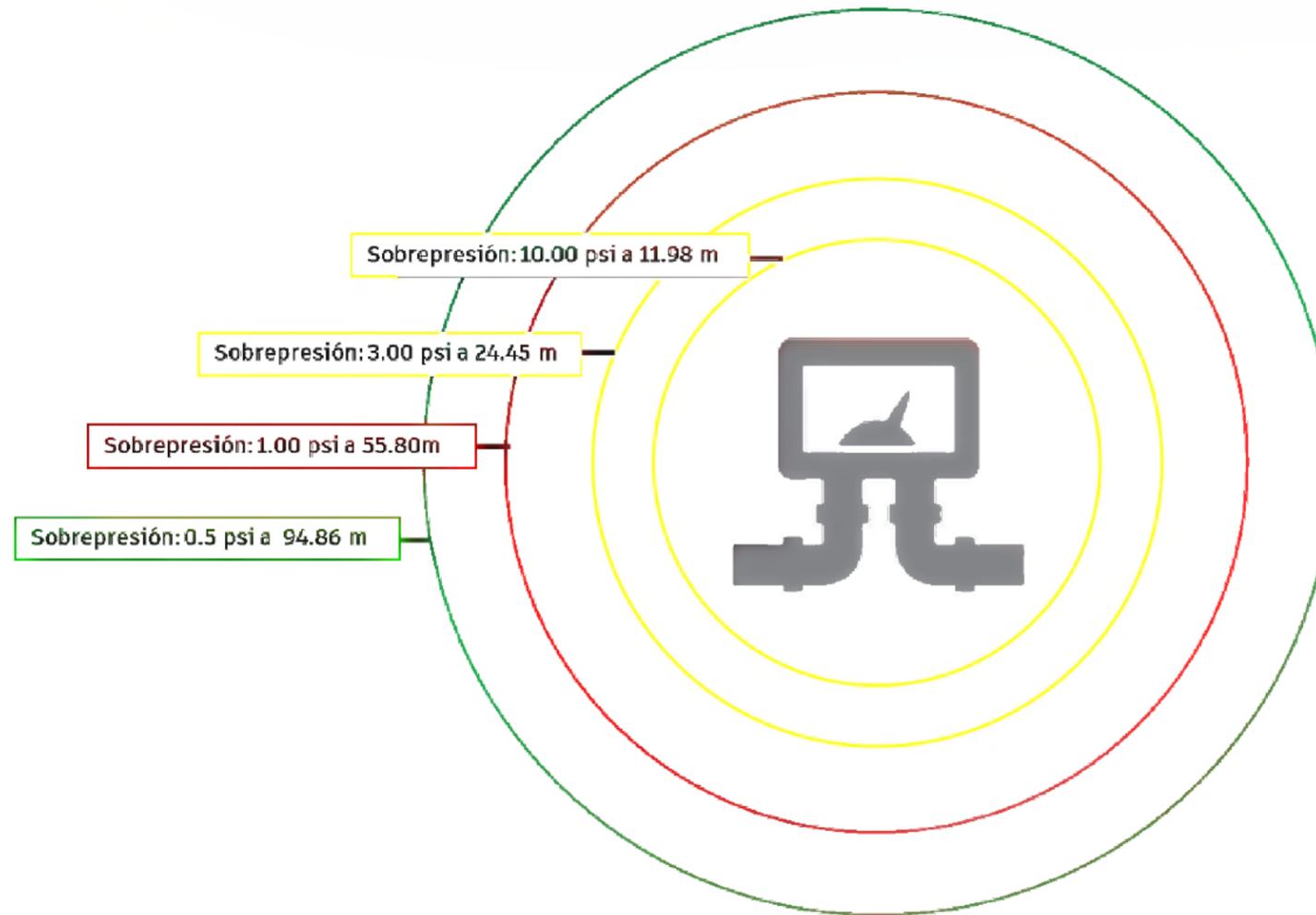
Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
9000 ppm 0.5 L.I.I	Zona de quemado (Se presentan daños graves a equipos)	Desde 0.00 m hasta: 8.61 m Y de exclusión: 5.62 m Dist. Máx: 8.61 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% de letalidad)	Desde 0.00 m hasta: 4.84 m Y de exclusión: 4.56 m Dist. Máx: 5.17 m
93000 ppm	Zona de fatalidad (100% de letalidad)	Desde 0.00 m hasta: 0.57 m Y de exclusión: 1.91 m Dist. Máx: 1.93 m
Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.	
Nodo o sistema:	Descripción del escenario: Representación gráfica de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas) ocasionada por el desfonde de un recipiente transportable.	
Sistema 4: Distribución y venta		
Subsistema 4.2: Vehículos de reparto	Se considera una masa fugada equivalente a 30 kg, la masa fugada de Gas L.P. en fase líquida, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cuál dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar la turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o una llamarada de emisión instantánea.	
No. de escenario:	ESC. 008.3-A	

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
01	21/06/2023	

Clave o número de plano
ESC. 008.3-A. CONEXIÓN AL USUARIO (LLAMARADA DE EMISIÓN DE INSTANTÁNEA).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-008.3 B: NVNC dada la fuga de Gas L.P. debido al desfonde de un recipiente transportable. Distribución y venta



Niveles de sobrepresión		Distancia (m)
0.5 lb/plg ²	Zona de amortiguamiento	94.86 m
1.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	55.80 m
3.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	24.45 m
10 lb/plg ²		11.98 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrente, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Nodo o sistema: Sistema 4: Distribución y venta Subsistema 4.2: Vehículos de reparto

Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación causados por la sobrepresión emitida por la fuga de gas l.p. ocasionada por el desfonde de un recipiente transportable.

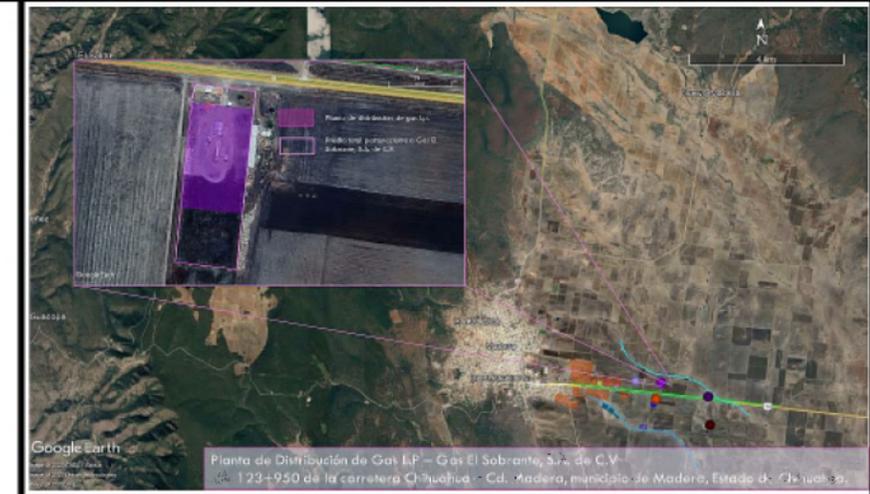
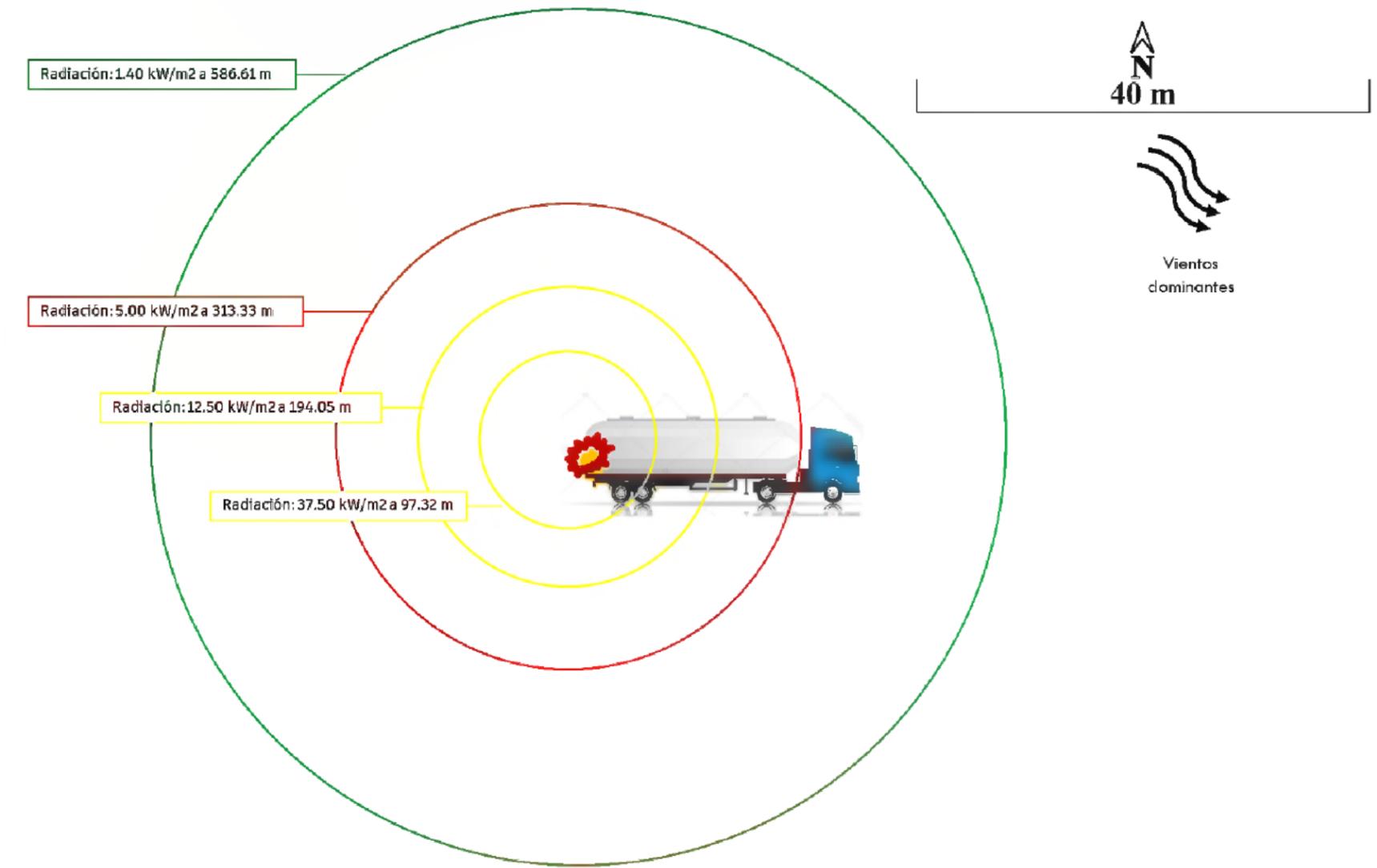
No. de escenario: ESC. 008.3-B

Se considera una masa fugada equivalente a 30 kg, la masa fugada de Gas L.P. en fase líquida, por el cambio en la presión, produciría una evaporación súbita formando una nube de vapor no confinada la cuál dependiendo de las condiciones ambientales, la presencia de fuentes de ignición y los obstáculos que puedan provocar la turbulencia en la nube, se daría lugar a una explosión y/o una llamarada de emisión instantánea.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/06/2023		ESC. 008.3-B CONEXIÓN AL USUARIO (NVNC)

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-009A: Bola de fuego dada la BLEVE del auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico. Auto-tanque



Niveles de sobrepresión		Distancia (m)
1.4 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	586.61 m
5.0 kW/m ²	Zona de alto riesgo	313.33 m
12.5 kW/m ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	194.05 m
37.5 kW/m ²		97.32 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrente, S.A. de C.V.
 km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Nodo o sistema: Auto tanque
Descripción del escenario:

Representación de los radios de afectación causados por la radiación térmica emitida por la BLEVE del auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico.

No. de escenario: ESC. 009-A
 Si por el exceso de velocidad con el que se maneja el auto-tanque, el operador perdiera el control ocasionando la volcadura de la unidad y este a su vez se fracturara, provocando que este pierda su integridad mecánica dando lugar a la liberación instantánea del Gas L.P. en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del auto-tanque.

Se considerará que durante este suceso el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, esto es 10,000 litros.

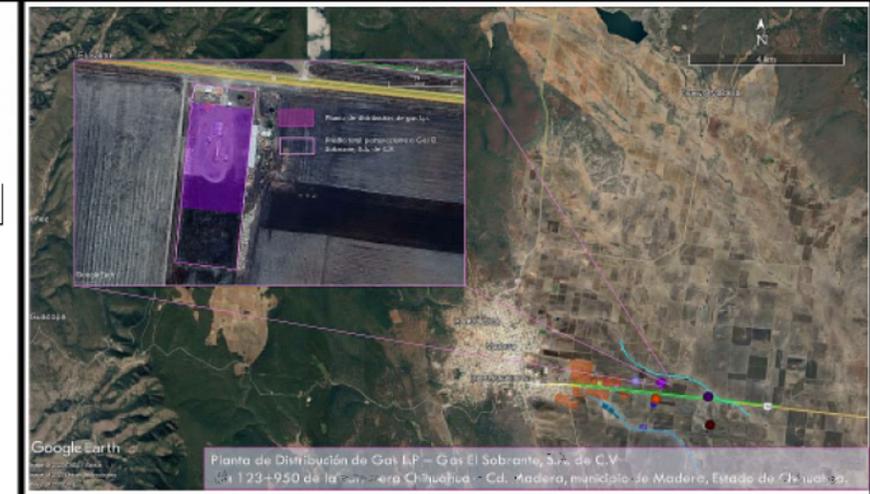
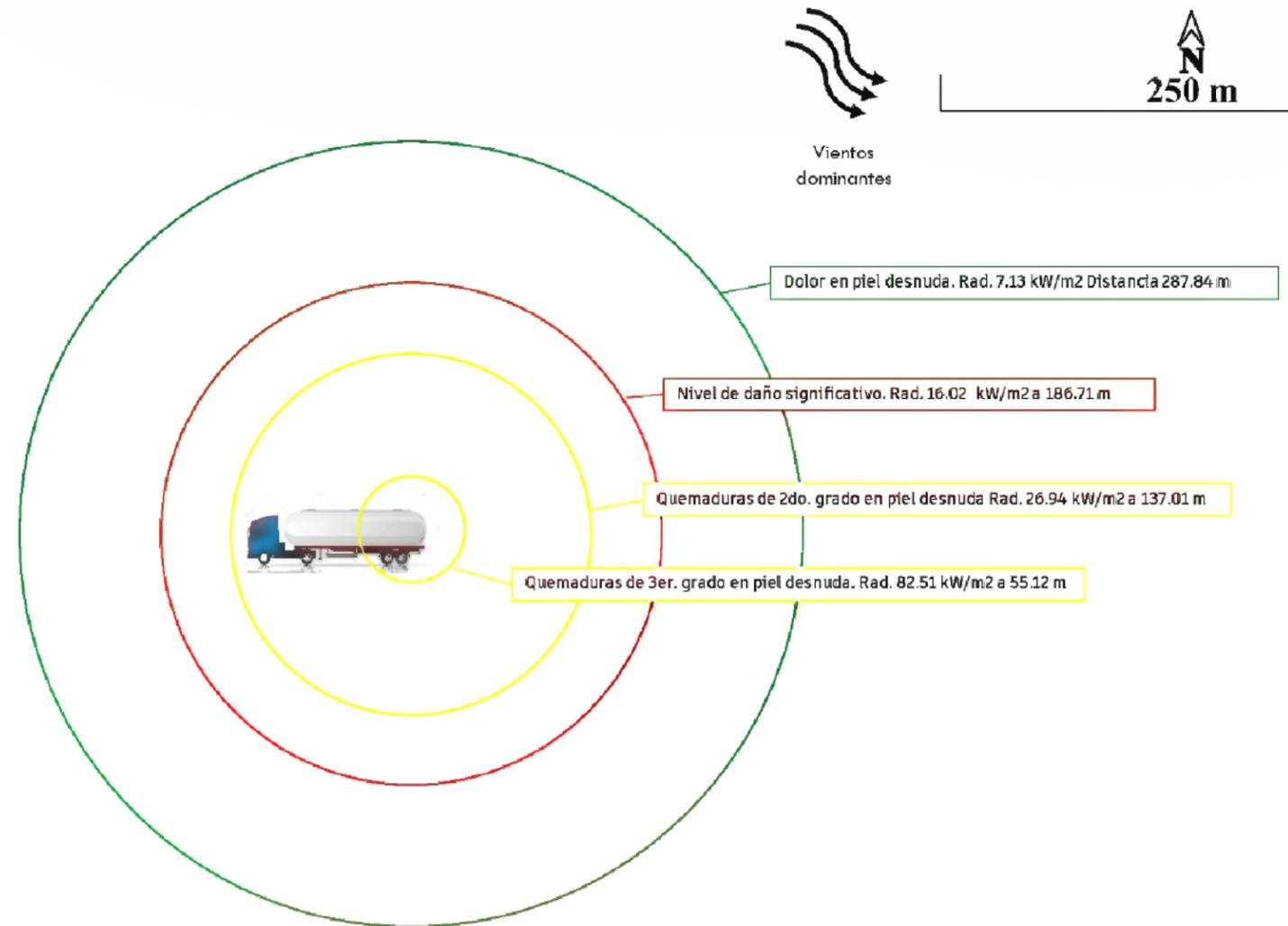
Clave o número de plano

ESC. 009-A AUTOTANQUE (BOLA DE FUEGO)

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
01	21/07/2023	

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-009A.1: Quemaduras dada la BLEVE del auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico. Auto- - tanque



Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
7.13 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	287.84 m
16.02 kW/m ²	Zona de alto riesgo	186.71 m
26.94 kW/m ²	Zona de alto riesgo	137.01 m
82.51 kW/m ²	por daño a equipos	55.12 m

Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrente, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema:	Descripción del escenario: Auto tanque
No. de escenario:	ESC. 009-A.1

Representación de los radios de afectación por quemaduras causados por la radiación térmica emitida por la BLEVE del auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico.

Si por el exceso de velocidad con el que se maneja el auto-tanque, el operador perdiera el control ocasionando la volcadura de la unidad y este a su vez se fracturara, provocando que este pierda su integridad mecánica dando lugar a la liberación instantánea del Gas L.P. en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del auto-tanque.

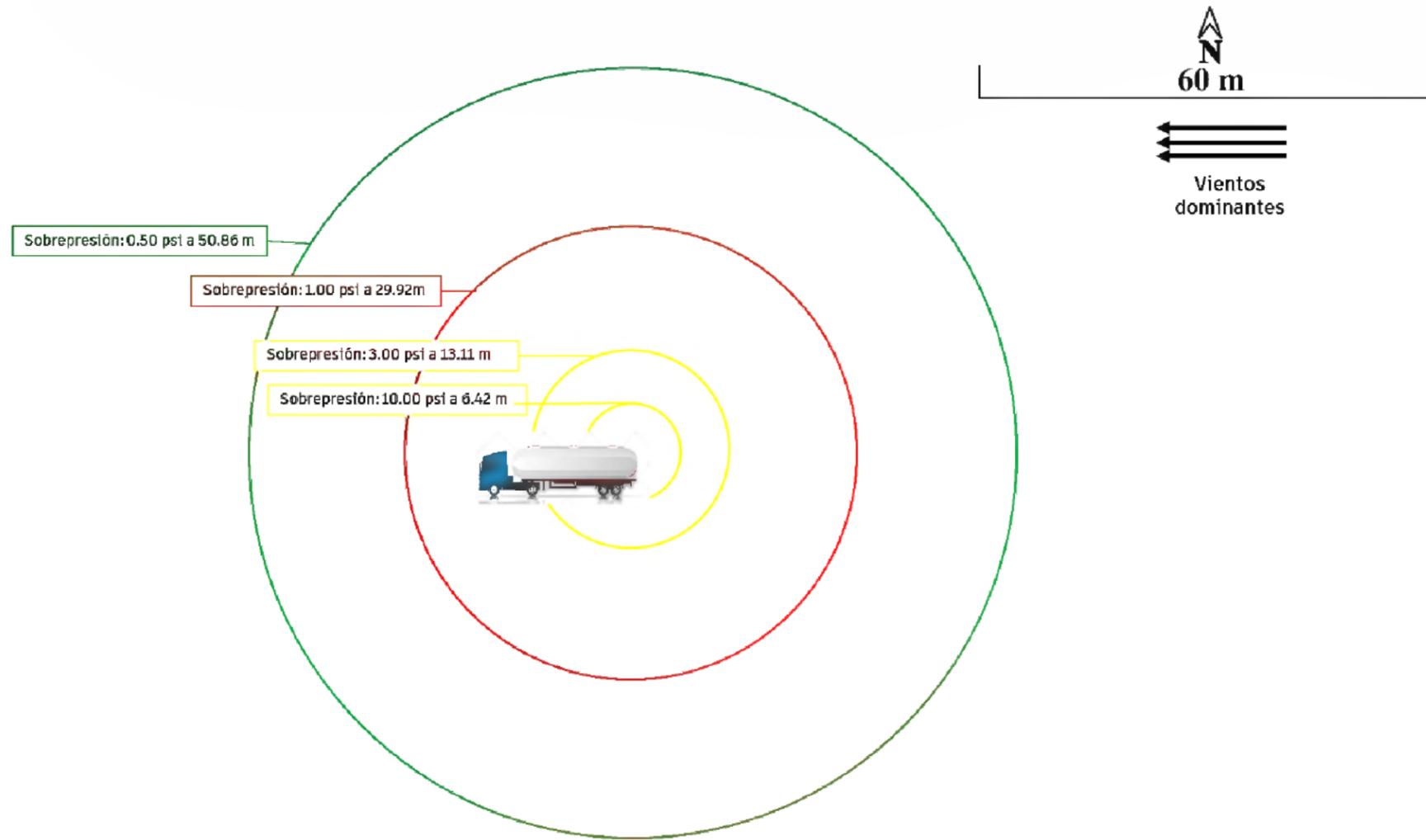
Se considerará que durante este suceso el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, esto es 10,000 litros.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
01	21/07/2023	[Redacted]

Clave o número de plano
ESC. 009-A.1 AUTO-TANQUE (QUEMADURAS).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-009B: TNT equivalente dada la BLEVE del auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico. Auto-tanque



Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
0.5 lb/plg ²	Zona de amortiguamiento	50.86 m
1.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	29.92 m
3.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	13.11 m
10 lb/plg ²	por daño a equipos	6.42 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

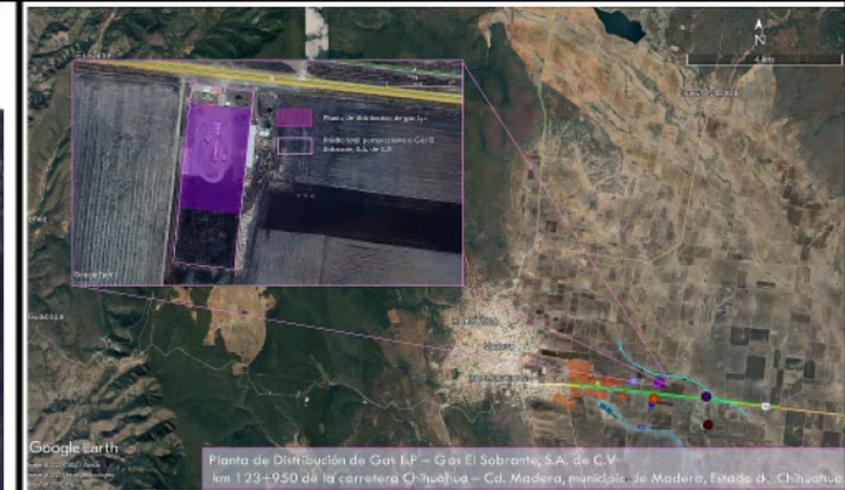
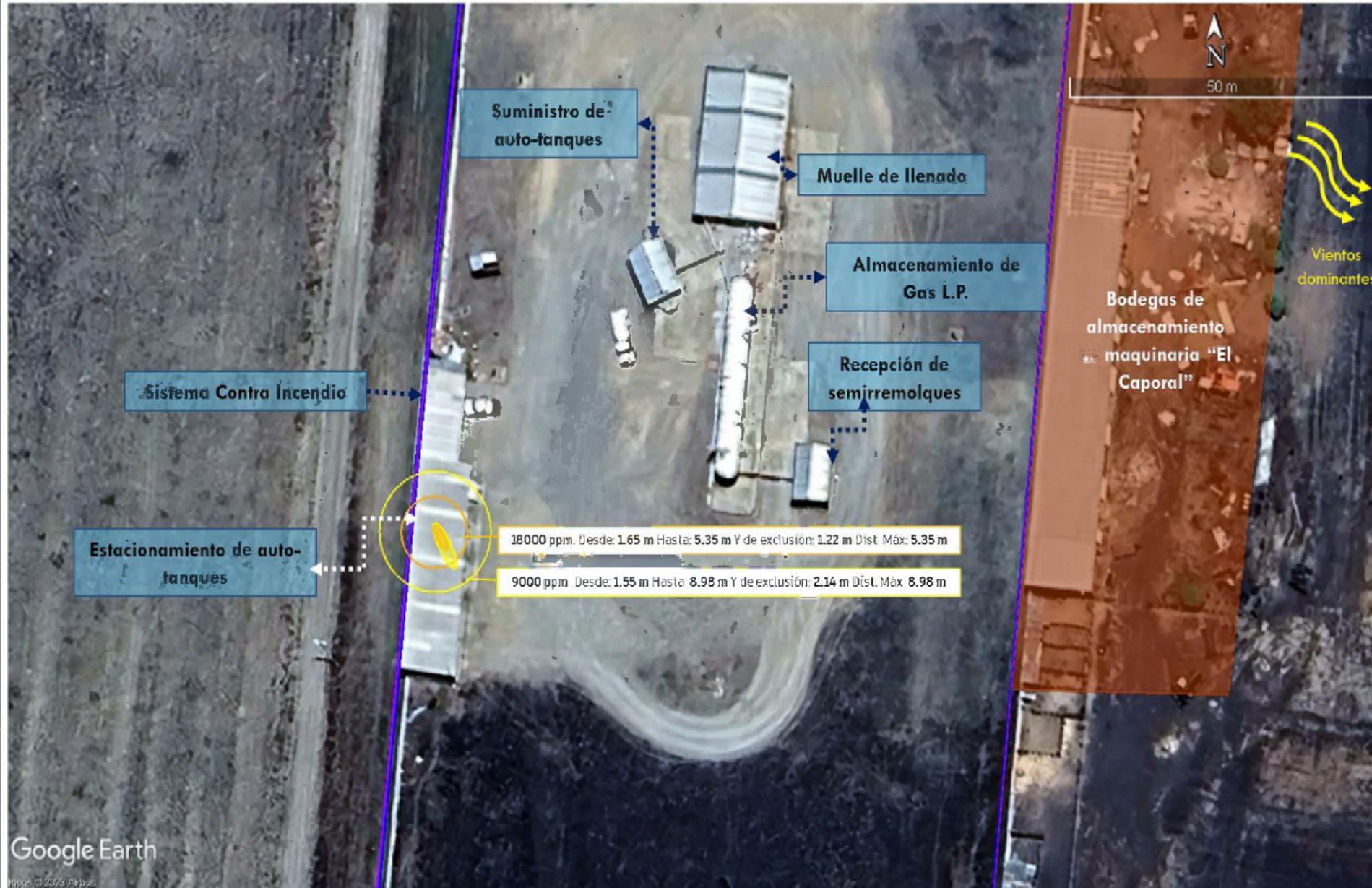
Nodo o sistema: Auto tanque
Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación por causados por la sobrepresión emitida por la BLEVE del auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico.

No. de escenario: ESC. 009-B
 Si por el exceso de velocidad con el que se maneja el auto-tanque, el operador perdiera el control ocasionando la volcadura de la unidad y este a su vez se fracturara, provocando que este pierda su integridad mecánica dando lugar a la liberación instantánea del Gas L.P. en estado líquido, provocando que el gas licuado se encuentre súbitamente a la presión atmosférica y que este se evapore instantáneamente, generándose así una cantidad de vapor mucho mayor que la fase gaseosa ya contenida en el recipiente, en donde la expansión del vapor generado constituirá la BLEVE del auto-tanque.
 Se considerará que durante este suceso el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, esto es 10,000 litros.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/07/2023	[Redacted]	ESC. 009-B- AUTOTANQUE (TNT)

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC-010A.1: FLASHFIRE de chorro horizontal dada la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto - tanque.
 Auto-tanque.



Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
9000 ppm 0.5 L.I.I	Zona de quemado (Se presentan daños graves a equipos)	Desde 1.55 m hasta: 8.98 m Y de exclusión: 2.14 m Dist. Máx: 8.98 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% de letalidad)	Desde 1.65 m hasta: 5.35 m Y de exclusión: 1.22 m Dist. Máx: 5.35 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
 km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Nodo o sistema: Auto - tanque
Descripción del escenario: Representación gráfica de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas) ocasionada por la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto-tanque.

No. de escenario: ESC. 010-A.1
 Por las características de la fuente, la masa fugada de Gas L.P. será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando 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.

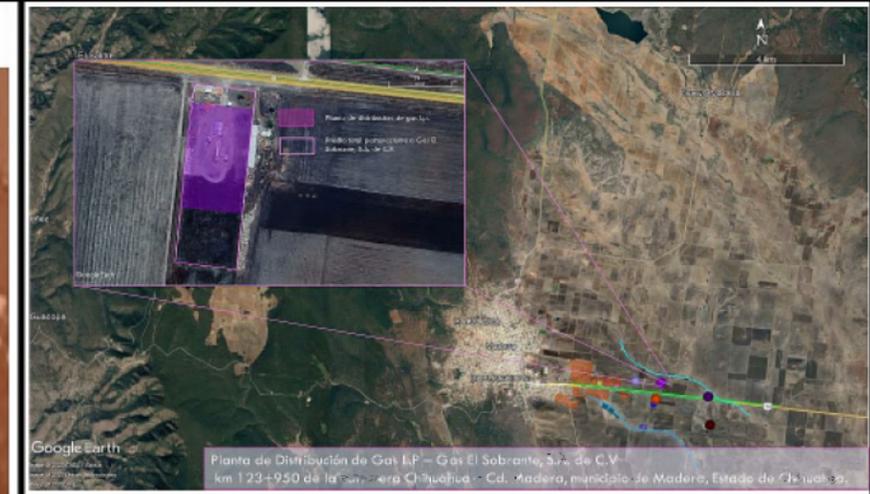
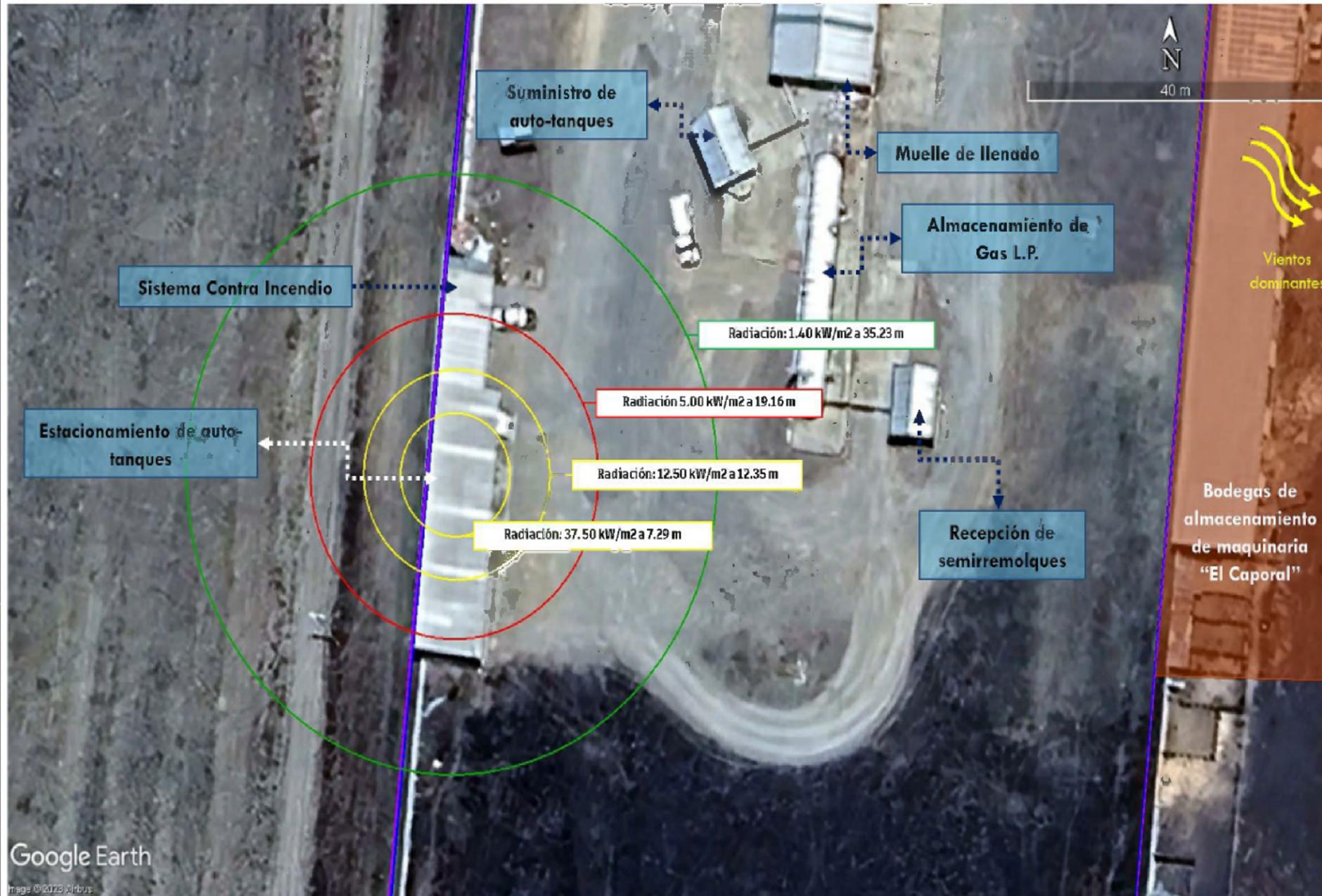
Rev.	Fecha
01	21/07/2023

Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Clave o número de plano
ESC. 010-A.1 AUTO-TANQUES (LLAMARADA DE EMISIÓN DE CHORRO HORIZONTAL).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-010B.1: Dardo de fuego dada la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto - tanque. Autotanque.



Niveles de sobrepresión		Distancia (m)	
1.4 kW/m ²	—	Zona de amortiguamiento	35.23 m
5.0 kW/m ²	—	Zona de alto riesgo	19.16 m
12.5 kW/m ²	—	Zona de alto riesgo por daño a equipos	12.35 m
37.5 kW/m ²	—		7.29 m

Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema:	Auto - tanques
No. de escenario:	ESC. 010-B.1
Descripción del escenario:	Representación de los radios de afectación causados por la radiación térmica emitida por la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto-tanque. Por las características de la fuente, la masa fugada de Gas L.P. será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/07/2023		ESC. 010-B.1 AUTO - TANQUE (DARDO DE FUEGO).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-010C.1: NVNC dada la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto - tanque. Auto-tanque.



Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
0.5 lb/plg ²	Zona de amortiguamiento	172.22 m
1.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	101.31 m
3.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	44.38 m
10 lb/plg ²	por daño a equipos	21.75 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
 km 123+950 de la carretera Chihuahua - Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Nodo o sistema: Auto - tanques
Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación causados por la sobrepresión emitida por la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto-tanque.

No. de escenario: ESC. 010-C.1
 Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando 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.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/07/2023		ESC. 010-C.1 AUTOTANQUES (NVNC)

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC-010A.2: Flashfire de emisión de chorro horizontal dada la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto-tanque. Auto – tanque.



Vientos dominantes



Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
9000 ppm 0.5 L.I.I		Zona de quemado (Se presentan daños graves a equipos) Desde 1.55 m hasta: 8.98 m Y de exclusión: 2.14 m Dist. Máx: 8.98 m
18000 ppm L.I.I.		Zona de fatalidad (100% de letalidad) Desde 1.65 m hasta: 5.35 m Y de exclusión: 1.22 m Dist. Máx: 5.35 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. **Gas El Sobrante, S.A. de C.V.**
 km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Nodo o sistema: Auto - tanque
Descripción del escenario: Representación gráfica de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas) ocasionada por la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto-tanque.

No. de escenario: ESC. 010-A.2
 Por las características de la fuente, la masa fugada de Gas L.P. será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego. No obstante, si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando 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.

9000 ppm. Desde: 1.55 m Hasta: 8.98 m Y de exclusión: 2.14 m Dist. Máx: 8.98 m

18000 ppm. Desde: 1.65 m Hasta: 5.35 m Y de exclusión: 1.22 m Dist. Máx: 5.35 m



Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/07/2023		ESC. 010-A.2 AUTO-TANQUES (LLAMARADA DE EMISIÓN DE CHORRO HORIZONTAL).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-010C.1: NVNC dada la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto-tanques. Auto - tanque

Sobrepresión: 0.5 psi a 172.22 m

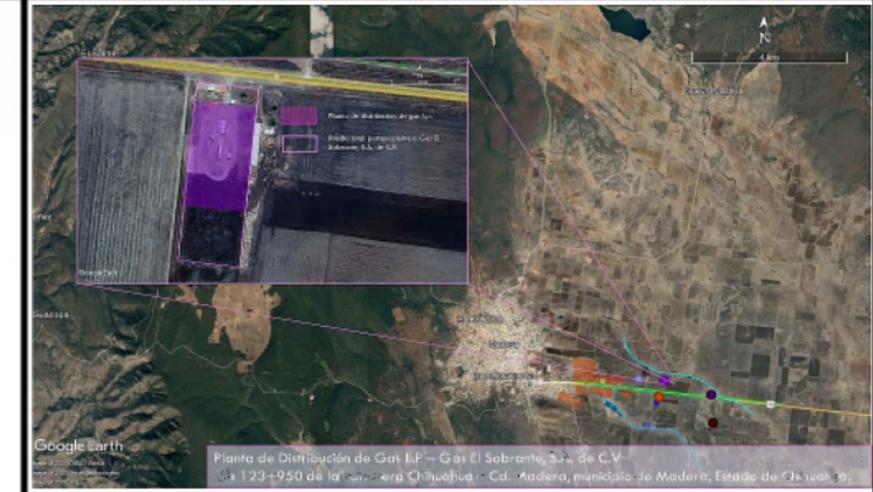
Sobrepresión: 1.00 psi a 101.31 m

Sobrepresión: 3.00 psi a 44.38 m

Sobrepresión: 10.00 psi a 21.75 m



Vientos dominantes



Niveles de sobrepresión		Distancia (m)
1.4 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	35.23 m
5.0 kW/m ²	Zona de alto riesgo	19.16 m
12.5 kW/m ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	12.35 m
37.5 kW/m ²		7.29 m

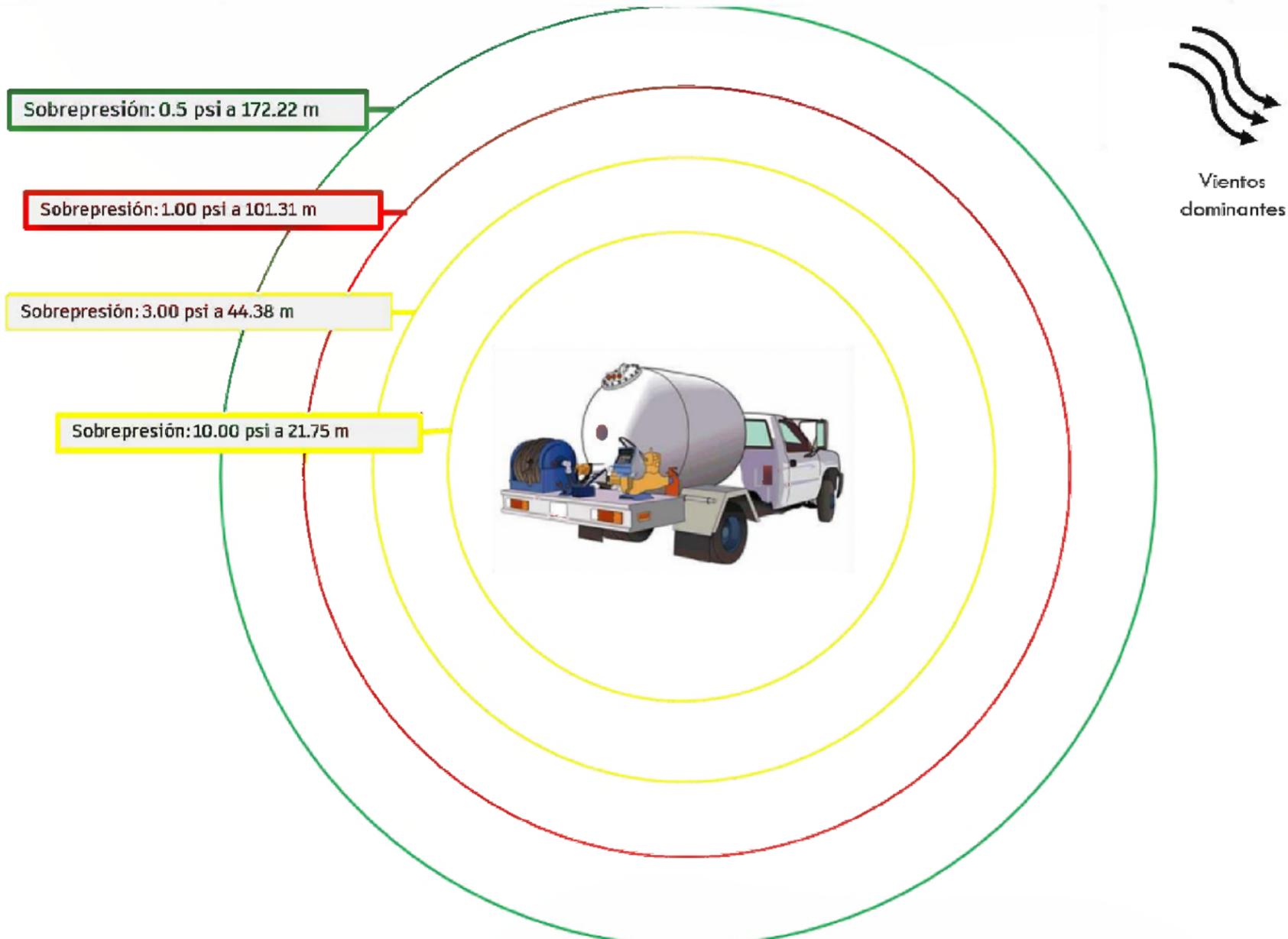
Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema:	Auto - tanques
No. de escenario:	ESC. 010-B.2
Descripción del escenario:	Representación de los radios de afectación causados por la radiación térmica emitida por la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto-tanque Por las características de la fuente, la masa fugada de Gas L.P. será emitida a la atmósfera mediante una emisión continua, la cual ante una ignición rápida formará un dardo de fuego.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
01	21/07/2023	

Clave o número de plano
ESC. 010-B.2 AUTO - TANQUE (DARDO DE FUEGO).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-010C.2: NVNC dada la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto-tanques. Auto - tanque



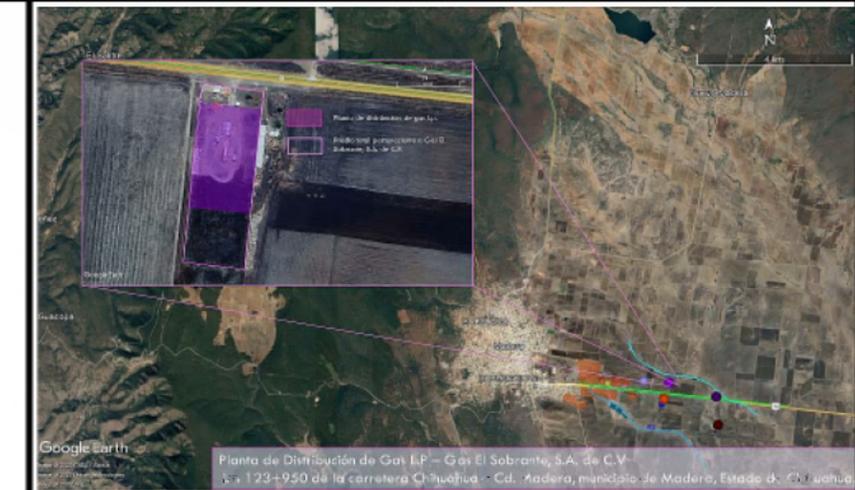
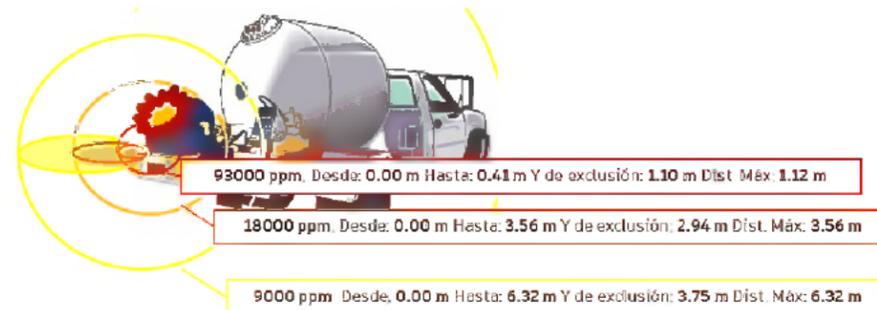
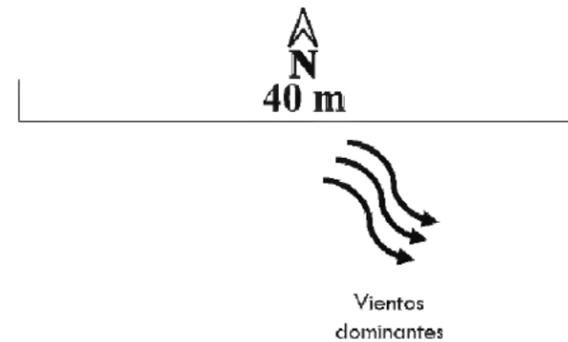
Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
0.5 lb/plg ²	Zona de amortiguamiento	172.22 m
1.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	101.31 m
3.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	44.38 m
10 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	21.75 m

Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema: Auto - tanques	Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación causados por la sobrepresión emitida por la fuga de Gas L.P. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto-tanque.
No. de escenario: ESC. 010-C.2	Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando 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.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/07/2023		ESC. 010-C.2 AUTOTANQUES (NVNC)

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR NUBE INFLAMABLE

ESC-011A: Flashfire de emisión instantánea dada la fuga de gas l.p. ocasionada por los remanentes en la manguera del auto-tanque. Suministro de Gas L.P.



Niveles de concentración de interés		Distancia (m)
9000 ppm 0.5 L.I.I.	Zona de quemado (Se presentan daños graves a equipos)	Desde 0.00 m hasta: 6.32 m Y de exclusión: 3.75 m Dist. Máx: 6.32 m
18000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% de letalidad)	Desde 0.00 m hasta: 3.56 m Y de exclusión: 2.94 m Dist. Máx: 3.56 m
93000 ppm L.I.I.	Zona de fatalidad (100% de letalidad)	Desde 0.00 m hasta: 0.41 m Y de exclusión: 1.10 m Dist. Máx: 1.12 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. **Gas El Sobrante, S.A. de C.V.**
 km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

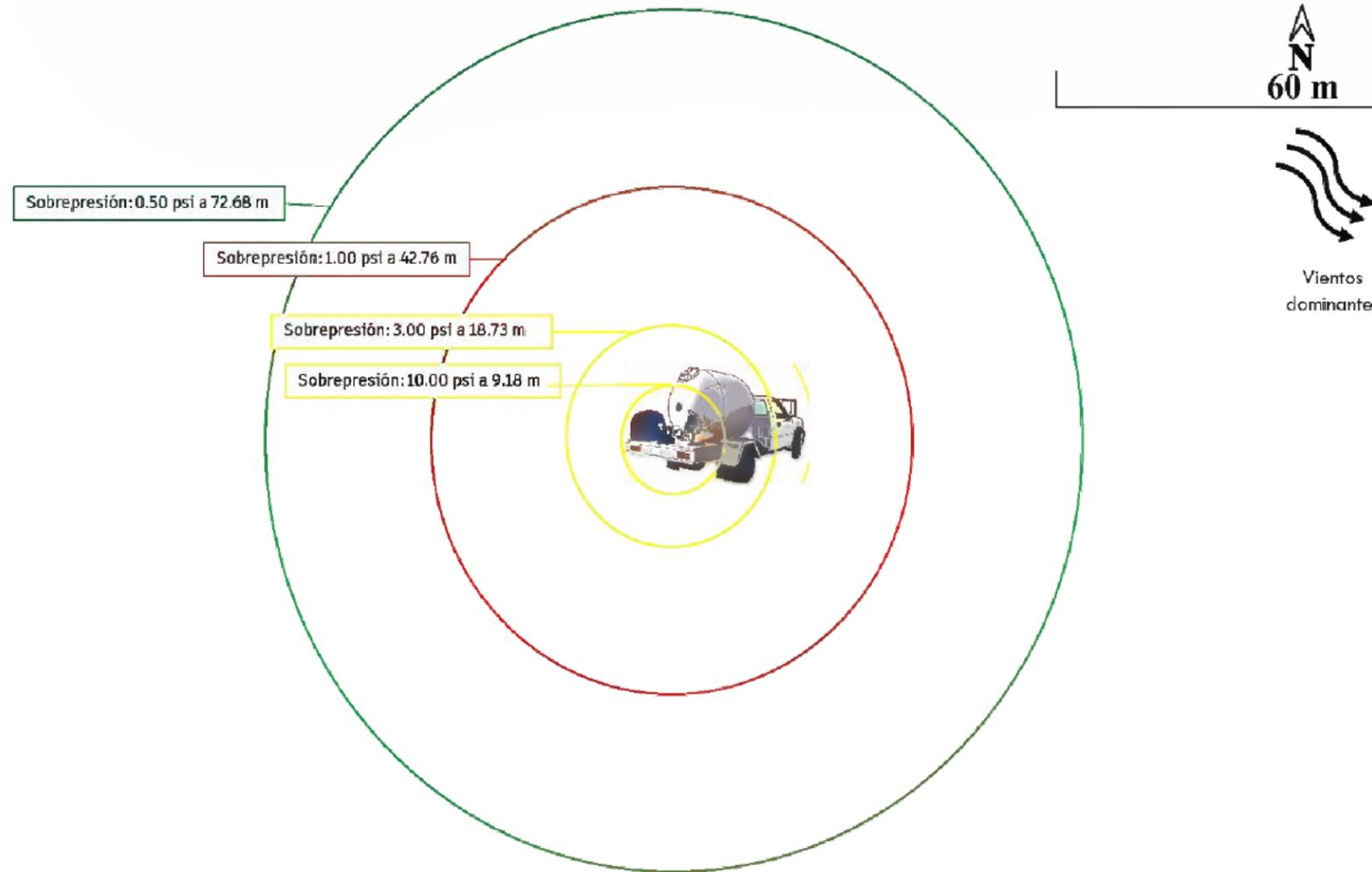
Nodo o sistema: Suministro de gas l.p.
Descripción del escenario: Representación gráfica de la dispersión de la nube inflamable a las concentraciones de interés (L.I.I y L.S.I) a 1.6 m (altura promedio en las personas) ocasionada por la fuga de Gas L.P. por los remanentes en la manguera del auto-tanque.

No. de escenario: ESC. 011-A
 La masa fugada de Gas L.P. en fase líquida, por el cambio de 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, darían lugar a una explosión y/o una llamarada.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/07/2023		ESC. 011-A SUMINISTRO DE GAS L.P. (LLAMARADA DE EMISIÓN DE CHORRO HORIZONTAL).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-011B: NVNC dada la fuga de gas l.p. ocasionada por los remanentes en la manguera del auto-tanque. Suministro de Gas L.P.



Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
0.5 lb/plg ²	Zona de amortiguamiento	72.68 m
1.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	42.76 m
3.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	18.73 m
10 lb/plg ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	9.18 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

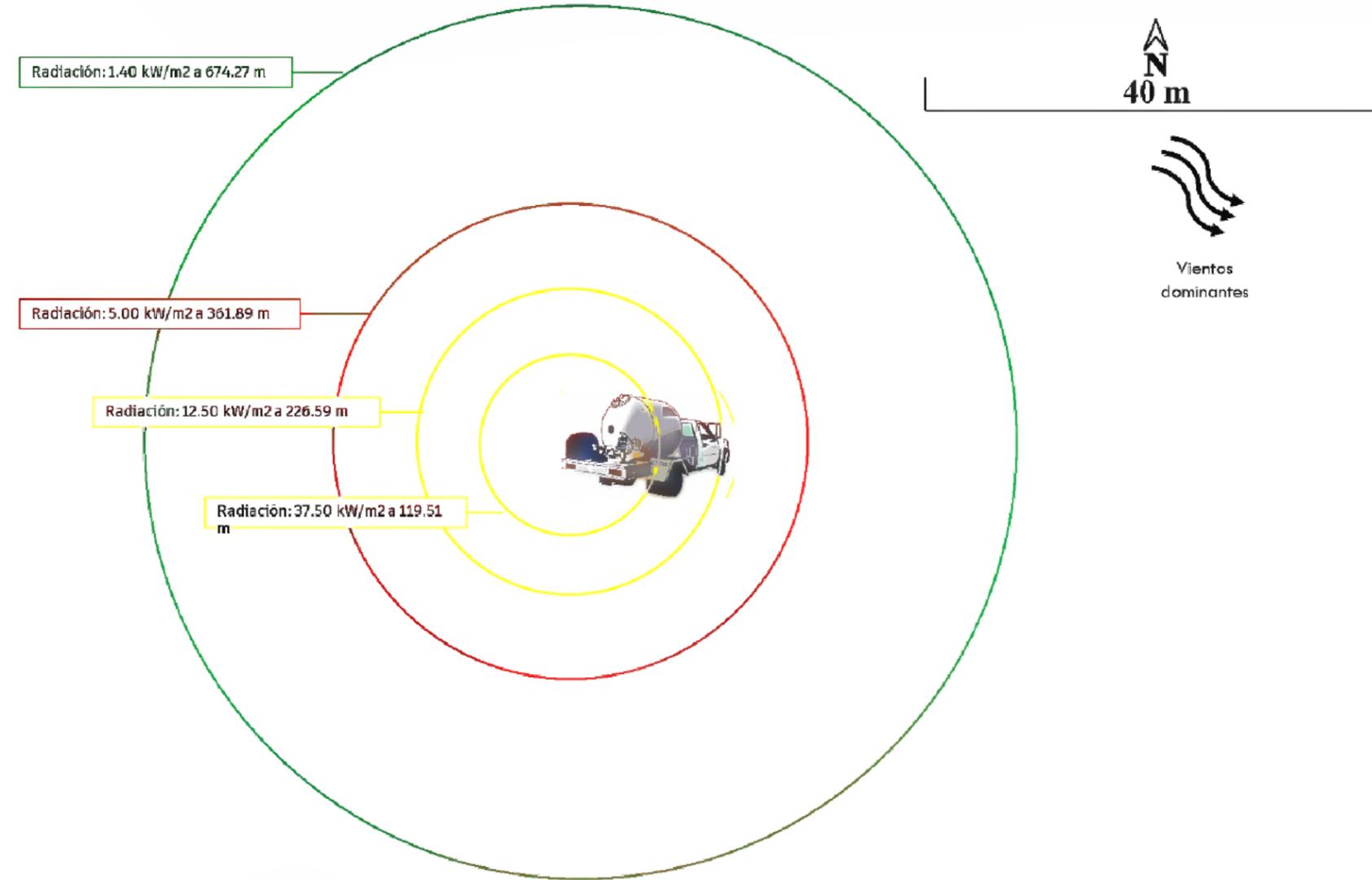
Nodo o sistema: Suministro de gas l.p.
Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación causados por la sobrepresión emitida por la fuga de Gas L.P. ocasionada por los remanentes en la manguera del auto-tanque.

No. de escenario: ESC. 011-B
 Si la ignición no ocurre inmediatamente después del inicio del escape, hay la posibilidad de que la nube de vapor inflamable evolucione, aumentando 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.

Rev.	Fecha	Nombre	Clave o número de plano
01	21/07/2023	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	ESC. 011-B SUMINISTRO DE GAS L.P. (NVNC)

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-012A: Bola de fuego dada la BLEVE de un auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente. Recipiente no transportable.



Niveles de sobrepresión		Distancia (m)
1.4 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	674.27 m
5.0 kW/m ²	Zona de alto riesgo	361.89 m
12.5 kW/m ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	226.59 m
37.5 kW/m ²		119.51 m

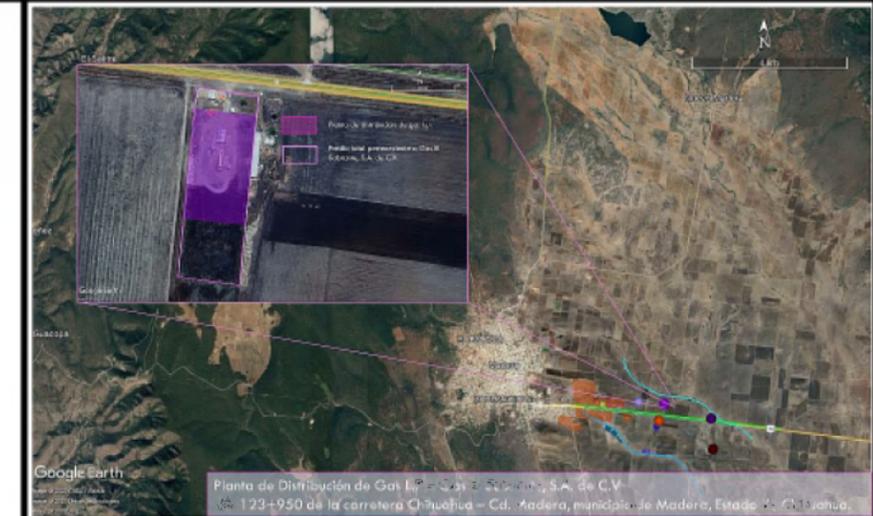
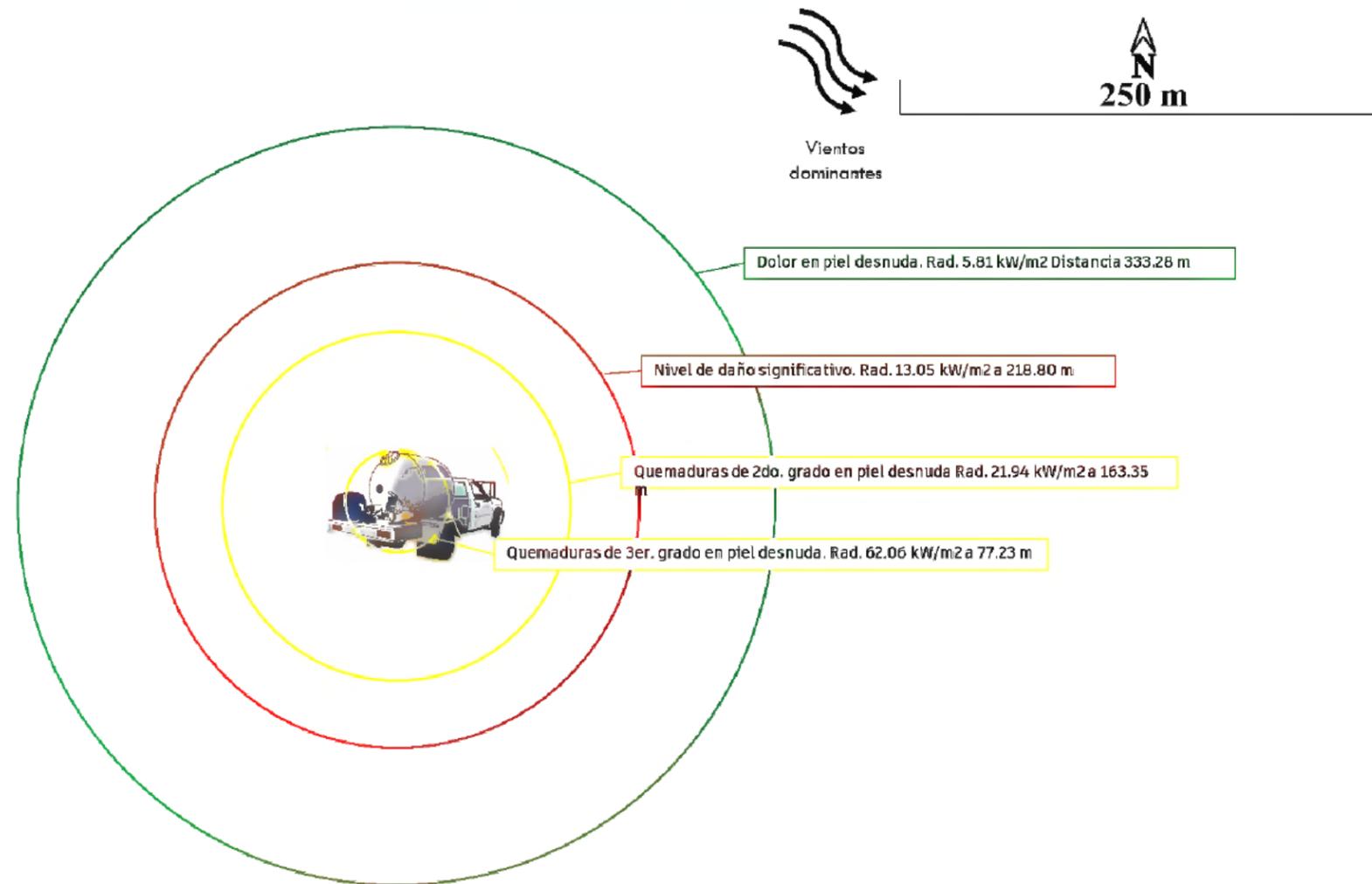
Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrente, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema:	Descripción del escenario:
Recipiente no transportable	Representación de los radios de afectación causados por la radiación térmica emitida por la bleve del auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente.
No. de escenario:	Debido a un incendio de material combustible alrededor de los auto-tanques estacionados dentro de la planta, los cuales se encuentran al 80 % de su capacidad, se incrementaría la presión interna del recipiente lo cual conllevaría a la activación de la válvula de seguridad. Suponiendo la continuidad del flujo de calor incidiendo sobre el recipiente, se comprometería la integridad mecánica de éste. Lo cual con llevaría a la liberación súbita de Gas L.P., previamente calentado generando una bola de fuego. Se considerará que, durante este suceso el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, tomando en cuenta que el recipiente de mayor capacidad es de 12,500 litros la unidad se encontrará a 10,000 litros.

Clave o número de plano	ESC. 012-A RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE (BOLA DE FUEGO).
--------------------------------	--

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
01	21/07/2023	

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-012A.1: Quemaduras dada la BLEVE de un auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente. Recipiente no transportable.



Niveles de sobrepresión		Distancia (m)
7.72 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	333.28 m
17.35 kW/m ²	Zona de alto riesgo	218.80 m
29.17 kW/m ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	163.35 m
82.51 kW/m ²		77.23 m

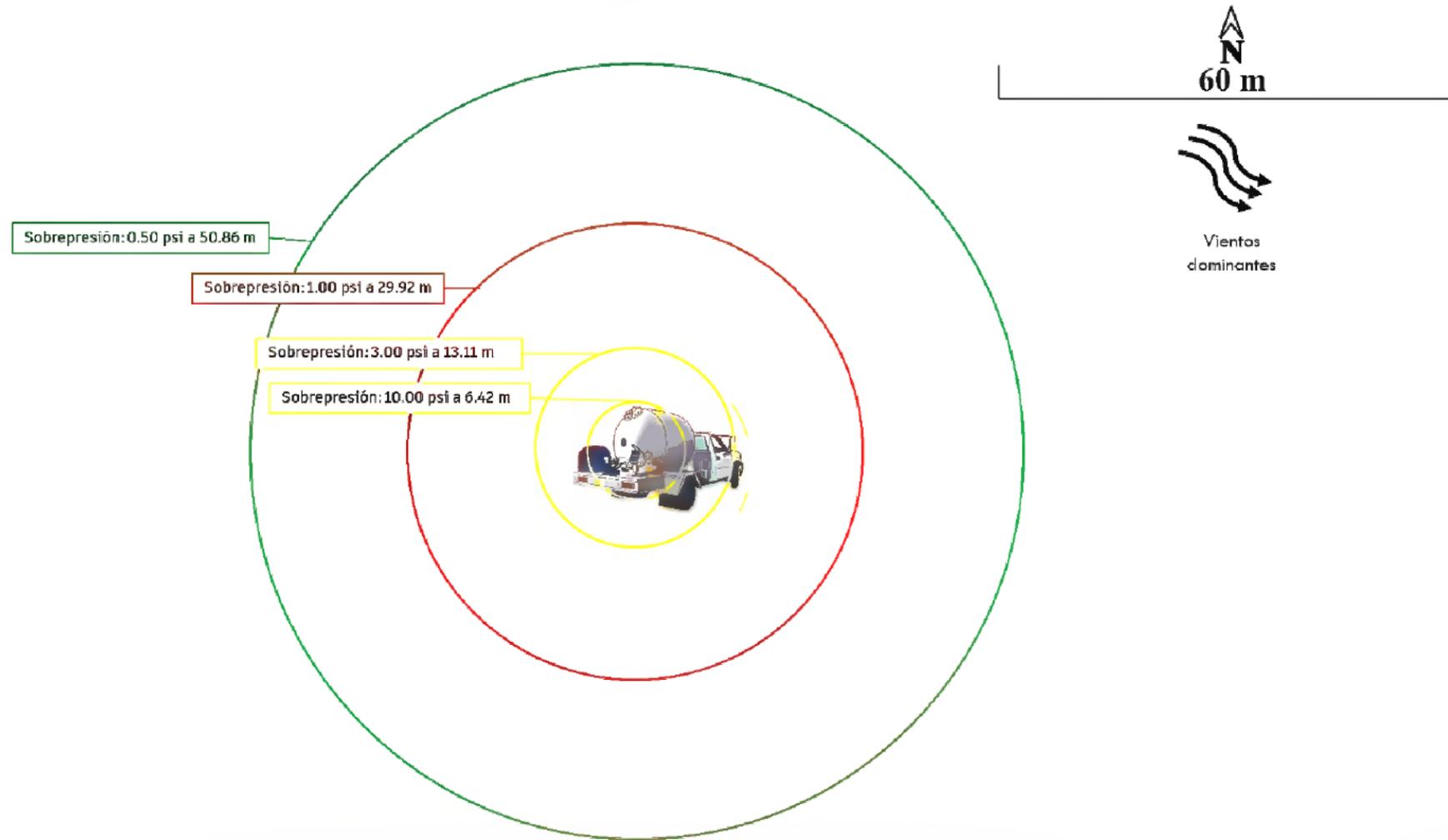
Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema:	Descripción del escenario:
Recipiente no transportable	Representación de los radios de afectación por quemaduras debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente.
No. de escenario:	Debido a un incendio de material combustible alrededor de los auto-tanques estacionados dentro de la planta, los cuales se encuentran al 80 % de su capacidad, se incrementaría la presión interna del recipiente lo cual conllevaría a la activación de la válvula de seguridad. Suponiendo la continuidad del flujo de calor incidiendo sobre el recipiente, se comprometería la integridad mecánica de éste. Lo cual con llevaría a la liberación súbita de Gas L.P., previamente calentado generando una bola de fuego. Se considerará que, durante este suceso el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, tomando en cuenta que el recipiente de mayor capacidad es de 12,500 litros la unidad se encontrará a 10,000 litros.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.
01	21/07/2023	

Clave o número de plano
ESC. 012-A.1 RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE (QUEMADURAS).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-012B: TNT dada la BLEVE de un auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente. Recipiente no transportable.



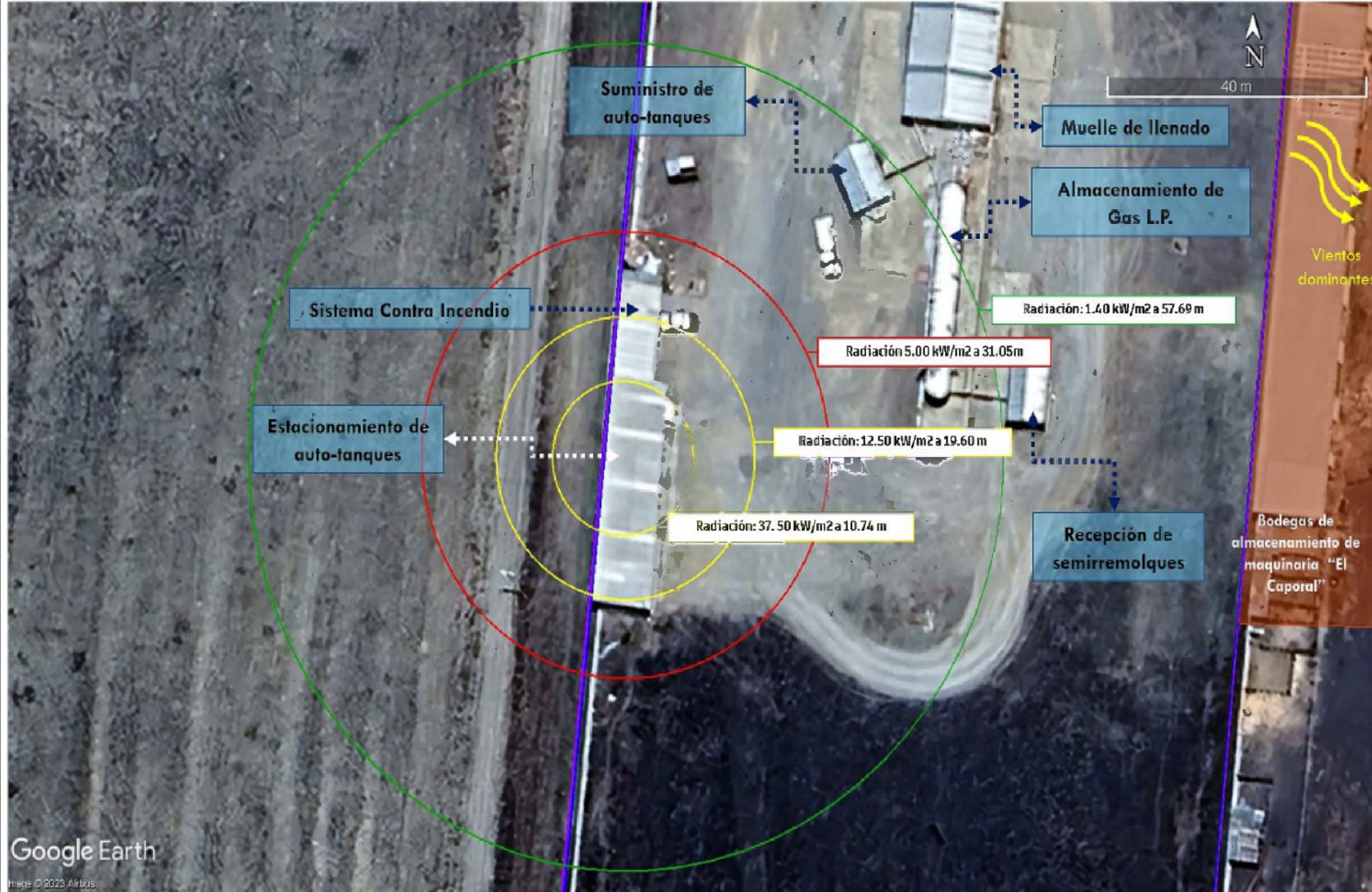
Niveles de sobrepresión		Distancia (m)	
0.5 lb/plg ²		Zona de amortiguamiento	50.86 m
1.0 lb/plg ²		Zona de alto riesgo	29.92 m
3.0 lb/plg ²		Zona de alto riesgo por daño a equipos	13.11 m
10 lb/plg ²			6.42 m

Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema: Recipiente no transportable	Descripción del escenario: Representación de los radios de afectación por causados por la sobrepresión emitida por la BLEVE del auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente. Debido a un incendio de material combustible alrededor de los auto-tanques estacionados dentro de la planta, los cuales se encuentran al 80 % de su capacidad, se incrementaría la presión interna del recipiente lo cual conllevaría a la activación de la válvula de seguridad.
No. de escenario: ESC. 012-B	Suponiendo la continuidad del flujo de calor incidiendo sobre el recipiente, se comprometería la integridad mecánica de éste. Lo cual con llevaría a la liberación súbita de Gas L.P., previamente calentado generando una bola de fuego. Se considerará que, durante este suceso el recipiente se encuentra al 80% de su capacidad, tomando en cuenta que el recipiente de mayor capacidad es de 12,500 litros la unidad se encontrará a 10,000 litros.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/07/2023		ESC. 012-B- RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE (TNT)

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-013A.1: Dardo de fuego dado el desfogue de la válvula interna del auto-tanque, dado el incremento de presión y temperatura interna por una fuente de ignición externa. Recipiente no transportable; Auto-tanque.



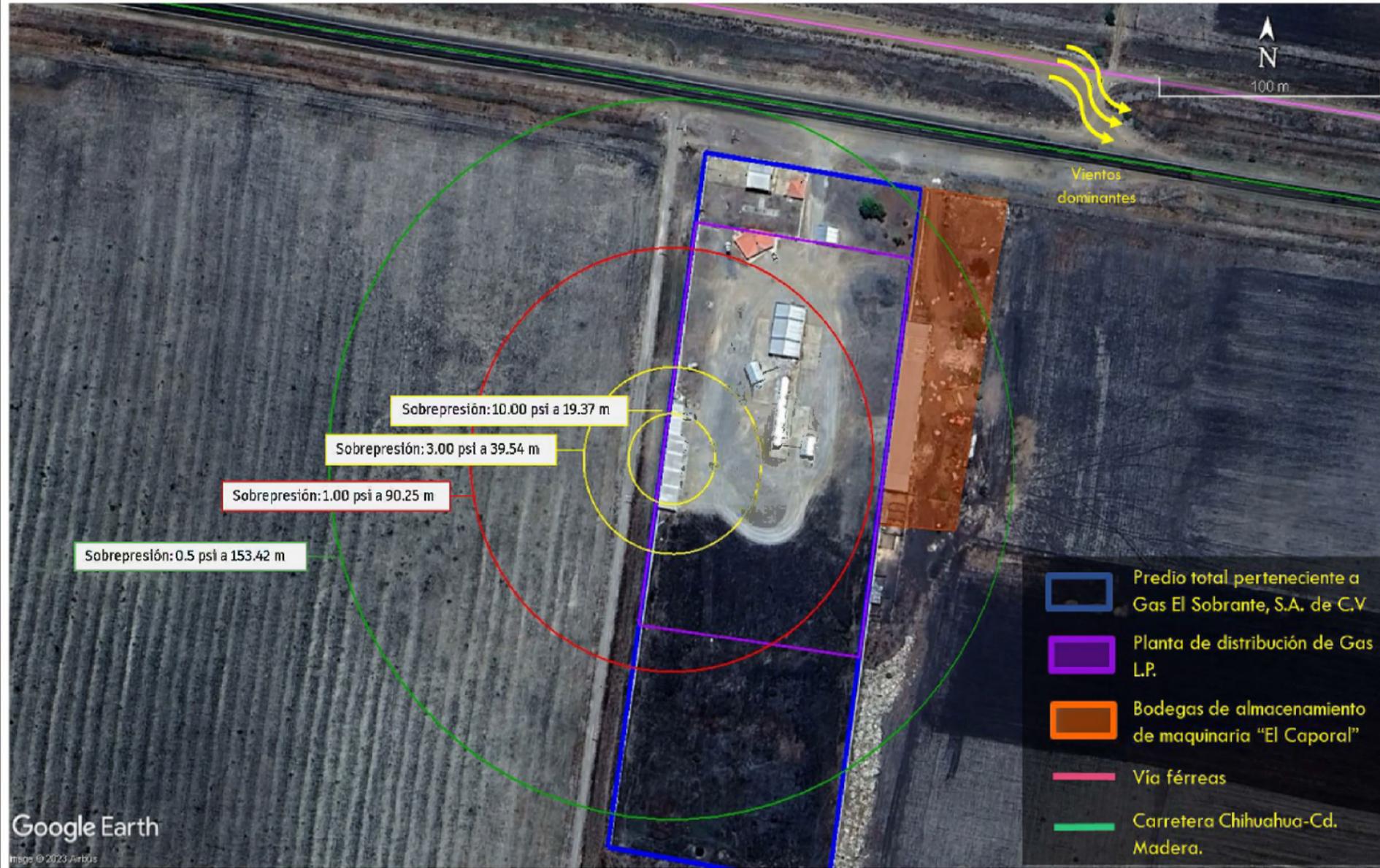
Niveles de sobrepresión		Distancia (m)
1.4 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	57.69 m
5.0 kW/m ²	Zona de alto riesgo	31.05 m
12.5 kW/m ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	19.60 m
37.5 kW/m ²		10.74 m

Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
Nodo o sistema:	km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Recipiente no transportable	Descripción del escenario:
No. de escenario:	Representación de los radios de afectación causados por la radiación térmica emitida por el desfogue de la válvula interna del auto-tanque, dado el incremento de presión y temperatura interna por una fuente de ignición externa.
ESC. 0013-A.1	Se considera una capacidad de 126.29 m ³ /min una presión de operación de 250 PSIG, y con un diámetro de interconexión con el auto-tanque de 2" de Ø y un tiempo de desfogue de 30 seg. antes de hallar fuente de ignición.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/07/2023		ESC. 013-A.1 RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE (DARDO DE FUEGO).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-013B.1: NVNC dado el desfogue de la válvula interna del auto-tanque, dado el incremento de presión y temperatura interna por una fuente de ignición externa. Recipiente no transportable; Auto-tanque.



Niveles de sobrepresión	Zona de amortiguamiento	Distancia (m)
0.5 lb/plg ²	Zona de amortiguamiento	153.42 m
1.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	90.25 m
3.0 lb/plg ²	Zona de alto riesgo	39.54 m
10 lb/plg ²	por daño a equipos	19.37 m

Proyecto: Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
 km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.

Nodo o sistema: Descripción del escenario:
 Recipiente no transportable
 Representación de los radios de afectación causados por la radiación sobrepresión del auto-tanque, dado el incremento de presión y temperatura interna por una fuente de ignición externa.

No. de escenario: ESC. 013-B.1
 Se considera una capacidad de 126.29 m³/min una presión de operación de 250 PSIG, y con un diámetro de interconexión con el auto-tanque de 2" de Ø y un tiempo de desfogue de 30 seg. antes de hallar fuente de ignición.

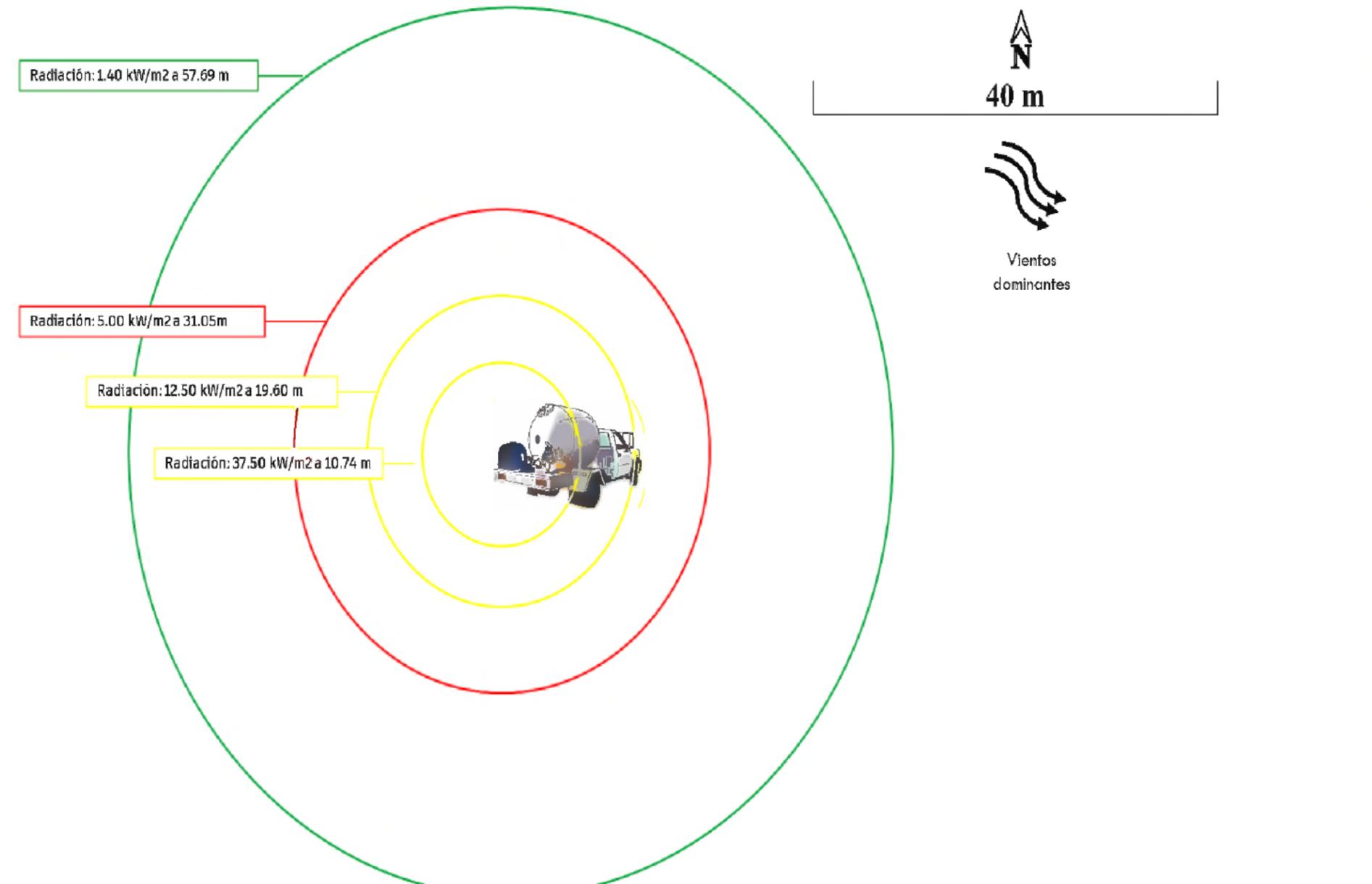
Rev.	Fecha
01	21/07/2023

Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

Clave o número de plano
ESC. 013-B.1- RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE (NVNC)

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR RADIACIÓN TÉRMICA

ESC-013.A.2: Dardo de fuego dado el desfogue de la válvula interna del auto-tanque, dado el incremento de presión y temperatura interna por una fuente de ignición externa. Recipiente no transportable; Auto-tanque



Niveles de sobrepresión		Distancia (m)
1.4 kW/m ²	Zona de amortiguamiento	57.69 m
5.0 kW/m ²	Zona de alto riesgo	31.05 m
12.5 kW/m ²	Zona de alto riesgo por daño a equipos	19.60 m
37.5 kW/m ²		10.74 m

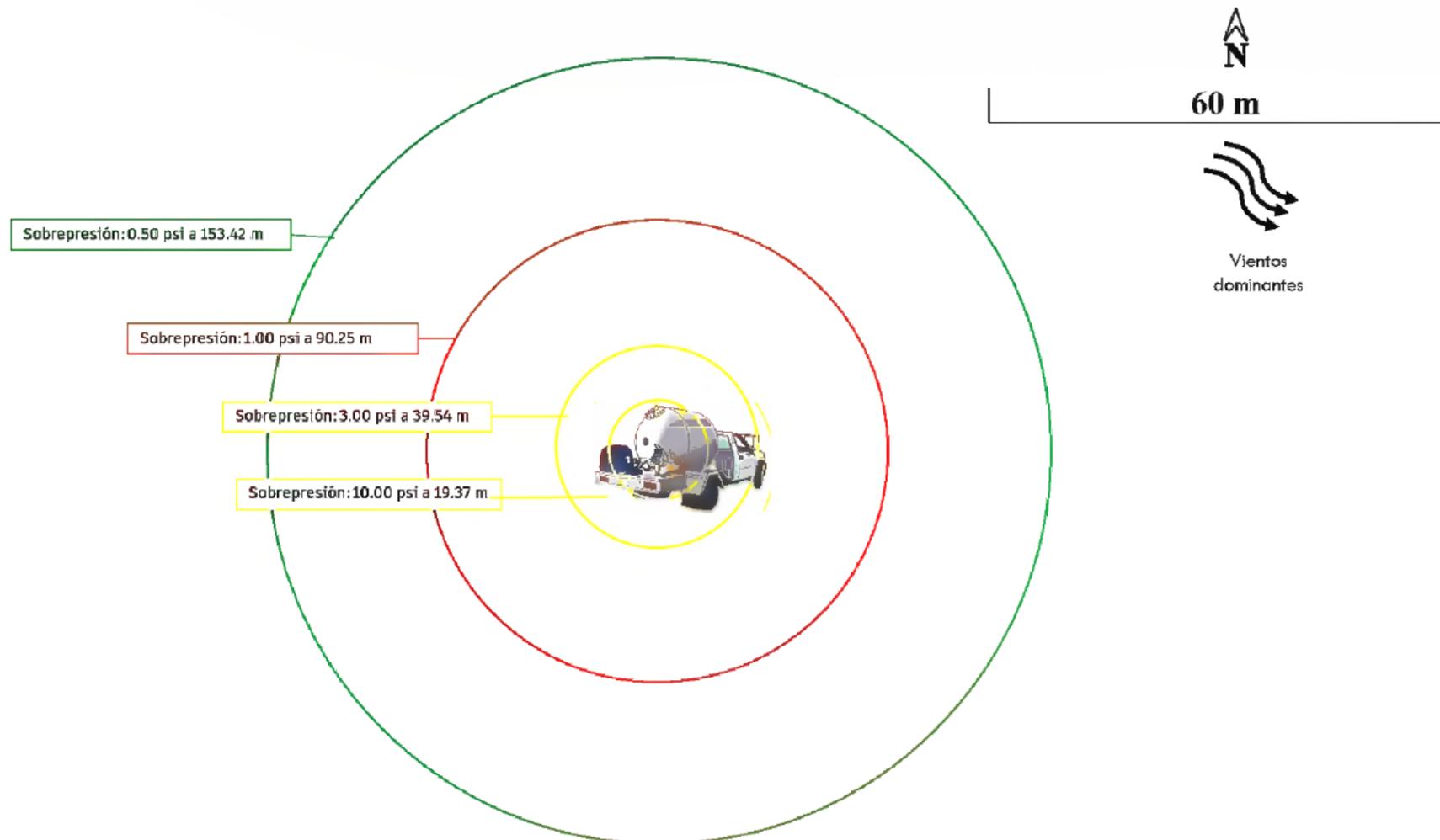
Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema:	Recipiente no transportable
No. de escenario:	ESC. 0013-A.2

Descripción del escenario:
 Representación de los radios de afectación causados por la radiación térmica emitida por el desfogue de la válvula interna del auto-tanque, dado el incremento de presión y temperatura interna por una fuente de ignición externa.
 Se considera una capacidad de 126.29 m³/min una presión de operación de 250 PSIG, y con un diámetro de interconexión con el auto-tanque de 2" de Ø y un tiempo de desfogue de 30 seg. antes de hallar fuente de ignición.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/07/2023		ESC. 013-A.2 RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE (DARDO DE FUEGO).

RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN POR SOBREPRESIÓN

ESC-013.B.2: Dardo de fuego dado el desfogue de la válvula interna del auto-tanque, dado el incremento de presión y temperatura interna por una fuente de ignición externa. Recipiente no transportable; Auto-tanque



Niveles de sobrepresión		Distancia (m)	
0.5 lb/plg ²		Zona de amortiguamiento	153.42 m
1.0 lb/plg ²		Zona de alto riesgo	90.25 m
3.0 lb/plg ²		Zona de alto riesgo por daño a equipos	39.54 m
10 lb/plg ²			19.37 m

Proyecto:	Planta de distribución de gas l.p. Gas El Sobrante, S.A. de C.V. km 123+950 de la carretera Chihuahua – Cd. Madera, municipio de Madera, Estado de Chihuahua.
Nodo o sistema:	Descripción del escenario: Recipiente no transportable Representación de los radios de afectación causados por la radiación sobrepresión del auto-tanque, dado el incremento de presión y temperatura interna por una fuente de ignición externa.
No. de escenario:	ESC. 013-B.2 Se considera una capacidad de 126.29 m ³ /min una presión de operación de 250 PSIG, y con un diámetro de interconexión con el auto-tanque de 2" de Ø y un tiempo de desfogue de 30 seg. antes de hallar fuente de ignición.

Rev.	Fecha	Nombre de Persona Física, Art. 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.	Clave o número de plano
01	21/07/2023		ESC. 013-B.2- RECIPIENTE NO TRANSPORTABLE (NVNC)

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

**INSTALACIONES EN OPERACIÓN
(ARSH)**

CAPÍTULO VII

**ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD E
INTERACCIONES DE RIESGO**



GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de
Distribución

Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com



VII.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.

A continuación, se describen las posibles afectaciones a los diferentes receptores de riesgo (población, medio ambiente, personal e instalaciones) en los radios potenciales de afectación de las zonas de Alto Riesgo y de Amortiguamiento de sobrepresión y radiación térmica por cada uno de los eventos que podrían suscitarse relacionados con la distribución de gas l.p. mediante Planta de Distribución.

Clave del escenario		ESCENARIO 001. Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. al tanque de almacenamiento.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 39.80 m	<p>Flora: dentro del radio de 39.80 m se encuentran las instalaciones propias de la planta, donde en la visita de campo se hallaron las siguientes especies Pasto o zacate (<i>Brachiaria sp</i>), resaltando que ninguna de ellas se halla enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A este nivel de presión se prevé que la flora presente pueda presentar devastación menor en la cubierta vegetal.</p> <p>Fauna: dado que las instalaciones se encuentran completamente construidas no se halló fauna dentro de las mismas, a excepción de las especies de aves que dada su naturaleza pueden desplazarse fácilmente como: Gorrion (<i>Passer domesticus</i>), Tórtolas (<i>Columbina inca</i>), Cenzontle (<i>Mimus sp.</i>), Golondrina (<i>Hirundo rustica</i>) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo a ese nivel de sobrepresión la fauna que pudiera hallarse presente durante la suscitación de un evento no deseado, pudiera presentar afectaciones menores como traumatismos.</p>	<p>Salvaguardas tipo preventivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa de mantenimiento preventivo de la planta de distribución de gas l.p. para el año 2023. Pinzas especiales tipo caimán para conexión a "tierra" de los transportes al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P. <p>Salvaguardas de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> Punto de llenado con válvula de cierre rápido Válvula de alivio hidrostático Válvulas manuales de globo recta Válvula de control remoto tipo neumática Indicador de flujo tipo mirilla de cristal, con función de retroceso. <p>Salvaguardas de mitigación</p> <ul style="list-style-type: none"> Válvulas Pull Away Válvula de exceso de flujo marca Rego modelos A3292B y A3262C. Válvula de no retroceso marca Rego modelo A3176. 	<p>Los choferes del semirremolque deben apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deben apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración.</p> <p>El personal que descarga los semirremolques debe ser competente en el procedimiento de operación para la descarga de semirremolques de GLP.</p> <p>El procedimiento de operación debe cumplir al menos con las siguientes instrucciones:</p> <p>Recorrido de inspección visual e identificación de fugas del semirremolque y/o auto-tanque.</p> <p>- Condiciones de estacionamiento del semirremolque y/o auto-tanque;</p> <p>Indicaciones que el chofer debe atender en esta área;</p> <p>➤ Colocación de calzas a</p>
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	≤ 67.65 m > 39.80 m	<p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 67.65 m, no sea severamente afectado. Este radio de afectación se encuentra en las colindancias de la planta de distribución de gas l.p. por lo que se podría afectar las especies potenciales a encontrarse en la planta y predio de la empresa Gas El Sobrante, las cuales son: Pasto o zacate (<i>Brachiaria sp</i>), dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación, no obstante, Gorrion (<i>Passer domesticus</i>), Tórtolas (<i>Columbina inca</i>), Cenzontle (<i>Mimus sp.</i>), Golondrina (<i>Hirundo rustica</i>). Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación, podrían caer al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 67.65 m.</p>		
Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	≤ 39.80 m	El personal que se encuentre en un radio de 39.80 m , es decir en las áreas de Zona de almacenamiento, Suministro de auto-tanques, Bombas 1 y 2, Muelle de llenado, Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Carporal", pueden sufrir un rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles.	<p>Salvaguardas de mitigación</p> <ul style="list-style-type: none"> Válvulas Pull Away Válvula de exceso de flujo marca Rego modelos A3292B y A3262C. Válvula de no retroceso marca Rego modelo A3176. 	<p>Indicaciones que el chofer debe atender en esta área;</p> <p>➤ Colocación de calzas a</p>
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	≤ 67.65 m > 39.80 m	El personal que se encuentre de pie o caminando dentro de un radio de 67.65 m en la planta en las áreas del Sistema contra incendio, pueden caer al suelo por el impacto de la onda de choque.		





Clave del escenario		ESCENARIO 001. Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. al tanque de almacenamiento.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10 – 3.0 psi	$> 8.54 \text{ m} \leq 17.43 \text{ m}$	Las estructuras e instalaciones que resultan afectadas dentro de un radio de afectación de 8.54 m , donde se encuentran el compresor y los accesorios de las tomas de recepción de semirremolques, se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irreversibles en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. En un radio de 17.43 m se encuentra el área de almacenamiento y áreas de circulación inmediatas, en donde se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre-quemado y un 50% de daño a equipos de proceso.	<p>Extintores: Se cuenta con tres extintores portátiles de polvo químico seco del tipo ABC con capacidad de 9 kg en el área de recepción de semirremolques.</p> <p>Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la Planta.</p> <p>Además, se cuenta con alarma audible y visible y equipo de protección personal contra incendio y brigadas contra incendio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ las llantas; ➤ Puesta a tierra del semirremolque y/o auto-tanque; ➤ Conexión de válvulas de trasiego; ➤ Proceso de trasiego; ➤ Verificación de la cantidad de GLP a bordo del semirremolque y/o auto-tanque; ➤ Verificación de que el Recipiente de almacenamiento de GLP que recibe cuenta con la capacidad disponible suficiente, y <p>Procedimientos de emergencia que consideren el escenario de una fuga en Recipientes de almacenamiento de GLP o accesorios durante la operación de descarga de semirremolques.</p>
		Alto Riesgo $\geq 1.0 \text{ psi}$	39.80 m	En un radio de 39.80 m de afectación se presentarán daños menores a instalaciones, ventanas grandes y pequeñas completamente estrelladas y daño a los marcos, en esta zona se encuentran Suministro de auto-tanques, Bombas 1 y 2, Muelle de llenado, Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Corporal".		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0 \text{ psi}$	67.65 m	En un radio de afectación de 75.14 m se encuentran el área del Sistema Contra Incendio donde se prevén afectaciones menores a las instalaciones, así como vidrios rotos y marcos dañados.		
Población	Sobrepresión	Alto Riesgo $\geq 1.0 \text{ psi}$	39.80 m	En un radio de afectación de 39.80 m no se encuentra algún elemento de población que pudiera ser afectado.		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0 \text{ psi}$	67.65 m	En un radio de afectación de 67.65 m no se encuentra algún elemento de población que pudiera ser afectado.		





Clave del escenario		ESCENARIO 002. Fuga de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque debido al desprendimiento de la manguera de líquido mientras el compresor sigue funcionando.					
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Medio ambiente	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	39.21 m	<p>Flora: dentro del radio de 39.21 m se encuentran las instalaciones propias de la planta, donde en la visita de campo se hallaron las siguientes especies Pasto o zacate (<i>Brachiaria sp</i>), resaltando que ninguna de ellas se halla enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A este nivel de presión se prevé que la flora presente pueda presentar devastación menor en la cubierta vegetal.</p> <p>Fauna: dado que las instalaciones se encuentran completamente construidas no se halló fauna dentro de las mismas, a excepción de las especies de aves que dada su naturaleza pueden desplazarse fácilmente como: Gorrión (<i>Passer domesticus</i>), Tórtolas (<i>Columbina inca</i>), Cenzontle (<i>Mimus sp.</i>), Golondrina (<i>Hirundo rustica</i>) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo a ese nivel de sobrepresión la fauna que pudiera hallarse presente durante la suscitación de un evento no deseado, pudiera presentar afectaciones menores como traumatismos.</p>	<p>Salvaguardas tipo preventivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa de mantenimiento preventivo de la planta de distribución de gas l.p. para el año 2023. Pinzas especiales tipo caimán para conexión a "tierra" de los transportes al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P. 	<p>Llevar registros de la vida útil de las válvulas de relevo de presión, 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.</p> <p>Verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar las condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión. Los programas de mantenimiento deben estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.</p>	
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	72.11 m	<p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 72.11 m, no sea severamente afectado. Este radio de afectación se encuentra en las colindancias de la planta de distribución de gas l.p. por lo que se podría afectar las especies potenciales a encontrarse en la planta y predio de la empresa Gas El Sobrante, las cuales son: Pasto o zacate (<i>Brachiaria sp</i>), dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación, no obstante, se pueden hallar las especies de, Gorrión (<i>Passer domesticus</i>), Tórtolas (<i>Columbina inca</i>), Cenzontle (<i>Mimus sp.</i>), Golondrina (<i>Hirundo rustica</i>). Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación, podrían caer al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 72.11 m.</p>			
	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	107.88 m	<p>Suelo: el uso de suelo en el que se encuentra la planta de distribución de gas l.p. pertenece a "Agricultura de temporal", el cual no se prevé afectación.</p> <p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 107.88 m, no sea severamente afectado. Este radio de afectación se encuentra en las colindancias de la planta de distribución de gas l.p. por lo que se podría encontrar las siguientes especies potenciales en la planta y predio de la empresa Gas El Sobrante, las cuales son: Pasto o zacate (<i>Brachiaria sp</i>), dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación. No obstante se prevé que las especies de Gorrión (<i>Passer domesticus</i>), Tórtolas (<i>Columbina inca</i>), Cenzontle (<i>Mimus sp.</i>), Golondrina (<i>Hirundo rustica</i>) se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación, podrían caer al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 107.88 m.</p>	<p>Salvaguardas de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> Punto de llenado con válvula de cierre rápido Válvula de alivio hidrostático Válvulas manuales de globo recta Válvula de control remoto neumática Indicador de flujo tipo mirilla de cristal, con función deno retroceso marca Rego modelo A7794. <p>Salvaguardas de mitigación</p> <ul style="list-style-type: none"> Válvulas Pull Away Válvula de exceso de flujo marca Rego modelos A3292B y A3262C. Válvula de no retroceso marca Rego modelo A3176. <p>Extintores: Se cuenta con tres</p>			





Clave del escenario		ESCENARIO 002. Fuga de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque debido al desprendimiento de la manguera de líquido mientras el compresor sigue funcionando.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	183.37 m	<p>Suelo: el uso de suelo en el que se encuentra la planta de distribución de gas l.p. pertenece a "Agricultura de temporal", el cual no se prevé afectación.</p> <p>Flora: Dentro del radio de afectación 183.37 m no se prevén afectaciones. Se podría hallar especies potenciales a encontrarse en la planta y el predio de la empresa dentro de las cuales se hallan Pasto o zacate (<i>Brachiaria sp.</i>), no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación, no obstante se podrían encontrar especies como: Gorrion (<i>Passer domesticus</i>), Tórtolas (<i>Columbina inca</i>), Ceniztonle (<i>Mimus sp.</i>), Golondrina (<i>Hirundo rustica</i>).</p>	<p>extintores portátiles de polvo químico seco del tipo ABC con capacidad de 9 kg en el área de recepción de semirremolques.</p> <p>Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la Planta.</p> <p>Además, se cuenta con alarma audible y visible y equipo de protección personal contra incendio y brigadas contra incendio.</p>	
Personal	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m²	39.21 m	En un radio de 39.21 m donde se encuentra las áreas de Tomas de recepción de semirremolques, Zona de almacenamiento, Suministro de auto-tanques, Bombas 1 y 2, Muelle de llenado, Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Carporal" el personal podría experimentar dolor si no se protege en al menos 20 segundos, así como la factibilidad de la formación de ampollas en la piel		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	72.11 m	Dentro de un radio de 72.11 m el personal que se encuentra en el área del sistema contra incendio el cual pudiera verse afectado con dolor leve sobre piel desnuda.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	107.88 m	En un radio de 133.22 m el personal que pudiera ser afectado es aquel que se encuentre en las áreas de Compresor 1, Tomas de recepción de semirremolques, Zona de almacenamiento, Suministro de auto-tanques, Bombas 1 y 2, Muelle de llenado, Sistema contra incendio, Oficinas, Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Carporal", las cuales podrían presentar leves daños por pedazos volantes de vidrios volando.		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	183.37 m	En un radio de 183.37 m se encuentra fuera de los límites de las instalaciones de operación de la planta por lo que no se encuentra personal que pudiera ser afectado.		
Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m²	14.94 m – 25.29 m	Las instalaciones dentro de un radio de 14.94 m y hasta un radio de 25.29 m donde se encuentra el Compresor 1, Tomas de recepción de semirremolques, Zona de almacenamiento pueden presentar daños representativos, como colapso de estructuras y daños severos en el semirremolque. Dentro de este nivel se tienen la energía suficiente como para incendiar tubos de plástico.		
		Alto Riesgo 5.0 kW/m²	39.21 m	En un radio de 39.21 m los equipos de trasiego como lo son suministro de auto-tanques, bombas 1 y 2 Muelle de llenado, bodega de almacenamiento de maquinaria "El Carporal", se encuentra la energía mínima para provocar la llama de ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	72.11 m	Dentro de un radio de 72.11 m las instalaciones del cuarto de máquinas del sistema contra incendio donde no se prevén afectaciones.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10 – 3.0 psi	23.16 m 47.26 m	Las estructuras e instalaciones que resultan afectadas dentro de un radio de afectación de 23.16 m y hasta 47.26 m , donde se encuentran compresor 1, tomas de recepción de semirremolques y zona de almacenamiento, donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irreversibles en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total y el 100% de daño sobre el equipo de la planta.		





Clave del escenario		ESCENARIO 002. Fuga de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque debido al desprendimiento de la manguera de líquido mientras el compresor sigue funcionando.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
				En un radio de hasta 47.26 m se encuentran suministro de auto-tanques, bombas 1 y 2, muelle de llenado, bodega de almacenamiento de maquinaria "El Carporal" en donde se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block quemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	107.88 m	Dentro de un radio de hasta 107.88 m se encuentran las instalaciones del Sistema contra incendio y Oficinas, donde no se prevé que pueda haber destrucción parcial de las instalaciones.		
		Amortiguamiento 0.5 psi	183.37 m	Dentro de un radio de 183.37 m no se hallan instalaciones propias de la planta que pidieran verse afectadas.		
Población	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m²	39.21 m	Dentro de un radio de 39.21 m no se encuentra elemento de población que pudiera resultar afectado.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	72.11 m	Dentro de un radio de 72.11 m no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	107.88 m	Dentro de un radio de 107.88 m , no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado.		
		Amortiguamiento $0 \geq 0.5 < 1.0$ psi	183.37 m	Dentro de un radio de 183.37 m , se prevé daño menor a la estructura de casas sin embargo no se halla elemento de población que pudiera verse afectado. Se halla la Carretera Chihuahua – Cd. Madera y Vías Férreas.		

Clave del escenario		ESCENARIO 003. BLEVE del semirremolque				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Medio ambiente	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m²	580.02 m	<p>Aire: La calidad del aire sería el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión, se tendría emisión de gases de combustión y partículas que afectarían el componente atmósfera.</p> <p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 580.02 m, la flora presente puede tener incendios de baja intensidad. Por lo que se podría encontrar las siguientes especies potenciales a encontrarse en el Municipio Madera las cuales se enlistan en el apartado IV.2.1 "Flora" en el capítulo IV. Descripción del entorno, dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación. No obstante, en el apartado IV.2.2 Fauna, en el capítulo IV. Descripción del entorno se presentan las especies probables a encontrarse.</p> <p>Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación (580.02 m), la fauna presente puede sentir dolor si la exposición es mayor a 20 segundos.</p>	<p>El semirremolque cuenta con una válvula de seguridad.</p> <p>Extintores: Se cuenta con un extintor portátil de polvo químico seco del tipo ABC con capacidad de 9 kg.</p> <p>Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la Planta.</p>	<p>Elaborar una lista de verificación para asegurar que los semirremolques conservan su utilidad y son seguros, que incluya la revisión de las condiciones mecánicas y de los equipos de comunicación, los cuales deben ser adecuados para trabajar en atmósferas peligrosas.</p> <p>Verificación de: paro de emergencias, comunicación entre operadores, válvulas de seguridad, iluminación, mangueras, conectores, conexión a tierra física e integridad de la instalación eléctrica, así como las</p>
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	1081.40 m	<p>Aire: La calidad del aire sería el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión, se tendría emisión de gases de combustión y partículas que afectarían el componente atmósfera.</p>	<p>Además, se cuenta con alarmas audibles y visibles, Paro de emergencia,</p>	





Clave del escenario		ESCENARIO 003. BLEVE del semirremolque				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
	Sobrepresión			<p>Suelo: el uso de suelo en el que se encuentra la planta de distribución de gas l.p. pertenece a “Agricultura de Temporal” y “asentamiento humano”, en el cual no se prevé afectación.</p> <p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 1081.40 m, no sea severamente afectado. Por lo que se podría encontrar las siguientes especies potenciales a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua las cuales se enlistan en el apartado IV.2.1 “Flora” en el capítulo IV. Descripción del entorno, dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación. No obstante, en el apartado IV.2.2 “Fauna” en el capítulo IV. Descripción del entorno se presentan las especies probables a encontrarse.</p> <p>Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación (1081.40 m), no presenten daños dado que el flujo térmico es equivalente al de los rayos solares al medio día.</p>	Procedimientos y brigadas de emergencia	condiciones de operación.
		Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	86.80 m	<p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 86.80 m, no sea severamente afectado. Este radio de afectación abarca las áreas dentro de la planta donde la única flora identificada es Pasto o zacate (<i>Brachiaria sp</i>) la cual no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación. No obstante, en la tabla IV.5 “Fauna en el área donde se encuentra Gas El Sobrante, S.A. de C.V.”, en el capítulo IV. Descripción del entorno se presentan las especies probables a encontrarse. Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación, podrían caer al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 86.80 m.</p>		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	147.54 m	<p>Flora: Dentro del radio de afectación 147.54 m no se prevén afectaciones. Por lo que se podría hallar especies potenciales a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua las cuales se enlistan en el apartado IV.2.1 “Flora” en el capítulo IV. Descripción del entorno, dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación, no obstante, en el apartado IV.2.2 “Fauna”, en el capítulo IV. Descripción del entorno se presentan las especies probables a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua.</p>		
Personal	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	580.02 m	En un radio de 580.02 m el personal podría experimentar dolor si no se protege en al menos 20 segundos, así como la factibilidad de la formación de ampollas en la piel, dentro de este radio de afectación se encuentra personal de la planta puesto que la magnitud del radio inhibe todas la áreas de la planta de distribución.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	1081.40 m	Dentro de un radio de 1081.40 m excede los límites de la propiedad por lo que ya no se encuentra personal que pudiera ser afectado.		





Clave del escenario		ESCENARIO 003. BLEVE del semirremolque				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	86.80 m	En un radio de 86.80 m se encuentra comprendidas todas las instalaciones de operación de la planta por lo que no se encuentra personal que pudiera ser afectado.		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	147.54 m	En un radio de 144.03 m se encuentra fuera de los límites de las instalaciones de operación de la planta por lo que no se encuentra personal puede presentar lesiones leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles.		
Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m²	190.04 m – 362.64 m	Las instalaciones dentro de un radio de 190.04 m donde se encuentran todas las áreas de las instalaciones de la planta de distribución y la bodega de almacenamiento de maquinaria "El Caporal", las cuales pueden presentar daños representativos, como colapso de estructuras y daños severos en el semirremolque. Dentro de este nivel se tienen la energía suficiente como para incendiar tubos de plástico Dentro de un radio de 362.64 m , no se encuentra ningún tipo de instalación que pudiese resultar afectada.		
		Alto Riesgo 5.0 kW/m²	580.02 m	En un radio de 580.02 m se encuentra la energía mínima para provocar la llama de ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos, no se hallan instalaciones que pudieran verse afectadas.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	1081.40 m	Dentro de un radio de 1081.40 m no se encuentran instalaciones que pudieran verse afectadas.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10 – 3.0 psi	18.63m – 38.02 m	Las estructuras e instalaciones que resultan afectadas dentro de un radio de afectación de 18.63 m , donde se encuentran Compresor 1, Tomas de recepción de semirremolques, Zona de almacenamiento se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irreversibles en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. En un radio de 38.02 m se encuentran Suministro de auto-tanques, Bombas 1 y 2, Muelle de llenado, Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Caporal", en donde se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	86.80 m	Dentro de un radio de 84.73 m se hallan instalaciones propias de la planta como el Sistema contra incendio y oficinas, donde se prevé que encuentra paneles de metal corrugado que fallan y se doblan.		
		Amortiguamiento 0.5 psi	147.54 m	Dentro de un radio de 147.54 m no se hallan instalaciones propias de la planta que pudieran verse afectadas.		
Población	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m²	580.02 m	Dentro del rango de 5.0 kw/m ² (580.02 m) se halla la denominada Rancho Blanco. Dentro de ese rango se podría presentar de quemadura de 1er grado en 10 segundos hasta dolor si no se protege en 20 segundos, así mismo es factible la formación de ampollas en la piel.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	1081.40 m	Dentro de un rango de radios entre 580.02 m y 1081.40 m (5 y 1.4 kw/m ²) se encuentra El Lucero de Don Rodolfo, y Planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Madera y el Aserradero donde dependiendo de la distancia se pueden tener afecciones desde dolor si no se protege en 20 segundos, así como la formación de ampollas en la piel, demolición parcial de casas y dolor si la exposición es mayor a 20 segundos.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	86.80 m	Dentro de un radio de 86.80 m , no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado. A excepción de la bodega de almacenamiento de maquinaria, en la cual no se halla gente viviendo de forma permanente.		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	147.54 m	Dentro de un radio de 147.54 m , se prevé daño menor a la estructura de casas sin embargo no se halla elemento de población que pudiera verse afectado.		



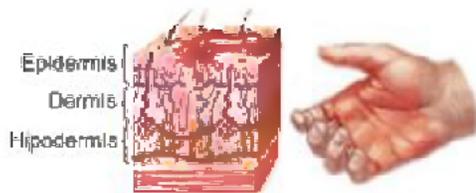
De acuerdo al reporte de resultados de daños por radiación térmica resultante de la bola de fuego de la BLEVE del semirremolque se tiene lo siguiente:

Tipo de daño por radiación emitida por la bola de fuego	Personas que se encuentren expuestas en:
ZONA 4 Quemaduras de 3er grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 50 %) 167.21 m	Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de "Gas El Sobrante, S.A. de C.V."
	Predio total perteneciente a la empresa Gas El Sobrante, S.A. de C.V.
	Carretera Chihuahua – Cd. Madera
	Bodega de Almacenamiento de maquinaria "El Caporal"
ZONA 3 Quemaduras de 2do grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 1 %) 322.43 m	Vías férreas
ZONA 2 Quemaduras de 1er grado en piel desnuda. 426.24 m	--
ZONA 1 Dolor en piel desnuda. 643.04 m	Rancho Blanco
	El Lucero de Don Rodolfo

En este sentido, es importante describir los efectos causados por la radiación térmica hacia las personas, una vez que este vector de escalación es del mayor dimensionamiento. La energía térmica transmitida por la radiación generada por la bola de fuego será capaz producir lesiones de los tejidos humanos (quemaduras térmicas).

Según la profundidad de la quemadura se prevén quemaduras de primer, segundo y tercer grado en las personas expuestas durante el tiempo que dura la bola de fuego.

Quemaduras de primer grado.



Afectan a la capa más superficial de la piel, la epidermis, por lo que la capacidad de regeneración cutánea se mantiene intacta. Este tipo de quemaduras se caracterizan por el enrojecimiento de la piel sin que aparezcan ampollas, por el hecho de ser dolorosas y la curación espontánea en pocos días.

Quemaduras de segundo grado.



Se subdividen a su vez en dos subgrados:

Quemaduras de segundo grado superficial: afecta a toda la epidermis y a la capa superficial de la dermis, son dolorosas y aparecen ampollas, al respetar focos regenerativos del epitelio curan sin cicatriz.

Quemaduras de segundo grado profundo: afectan a toda la epidermis y dermis, aunque quedan indemnes células epiteliales de las partes más profundas de los folículos pilosos y las glándulas sudoríparas. Aparece una escara blanquecina y, si se infectan, se convierten en quemaduras de tercer grado. La cicatrización es lenta e imperfecta.

Quemaduras de tercer grado.



Estas heridas lesionan por completo la epidermis y la dermis, por lo que no dejan indemne ningún elemento epidérmico, son a vasculares y tienen un color variable que oscila entre pálido y negrozco. Este tipo de quemaduras pueden observarse vasos trombosados. Se destruyen las terminaciones nerviosas por lo que no son dolorosas. Su curación es siempre por segunda intención y suele necesitar injertos.

De manera más específica se describe a continuación el efecto por quemaduras sobre seres vivos, la dosis y la dosis recibida en función de la distancia a la que se encuentran del origen del evento:

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (t = 13.34 s)				
Efecto	Radiación (KW/m ²)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (KW/m ²) ^{4/3} s	4.01	85.00	655.84	643.04
Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ^{4/3} s	9.01	250.00	445.32	426.24
Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ^{4/3} s	15.15	500.00	347.25	322.343
Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ^{4/3} s	42.85	2000.00	211.15	167.21



Clave del escenario		ESCENARIO 004. Bleve del recipiente de almacenamiento de 250,000 litros debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Medio ambiente	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	812.72 m	<p>Aire: La calidad del aire sería el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión, se tendría emisión de gases de combustión y partículas que afectarían el componente atmósfera.</p> <p>Agua: dentro de un radio de 812.72 m se encuentra un canal de agua, en la cual no se prevé ninguna afectación.</p> <p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 812.72 m, la flora presente puede tener incendios de baja intensidad. Por lo que se podría encontrar las especies potenciales a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua las cuales se enlistan en el apartado IV.2.1 "Flora" en el capítulo IV. Descripción del entorno, dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que, debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera que pudieran hallarse aves, mamíferos y reptiles en el apartado IV.2.2 "Fauna", en el capítulo IV. Descripción del entorno se presentan las especies probables a encontrarse.</p> <p>Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación (812.72 m), la fauna presente puede sentir dolor si la exposición es mayor a 20 segundos.</p>	<p>Sistema de aspersión: El recipiente cuenta con un sistema de rociadores distribuidos a lo largo de los mismos, 44 boquillas Spraying System tipo recto de 13 mm (1/2") y gasto de 29.50 LPM.</p> <p>Extintores: Se cuenta con 1 extintor de polvo químico seco del tipo manual clase ABC de 9 kg.</p> <p>Hidrantes: Se cuenta con 3 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables. Cada hidrante tiene un gasto de 350 LPM con manguera de longitud de 30 m el alcance del chorro de agua es de 15 m.</p> <p>Además, se cuenta con alarma audible y visible, y equipo de protección personal contra incendio y brigadas contra incendio.</p>	<p>Se debe realizar una revisión al recipiente de almacenamiento de GLP, como máximo a los 10 años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada 5 años, de acuerdo con lo siguiente:</p> <p>I. Inspección visual de acuerdo con lo establecido en el numeral 6.4.1., y</p> <p>II. Medición ultrasónica de espesores efectuada por parte de una Unidad de Inspección debidamente acreditada por una Entidad de Acreditación y aprobada en la NOM-013-SEDG-2002.</p>
		Amortiguamiento 1.4 kW/m ²	1524.34 m	<p>Aire: La calidad del aire sería el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión, se tendría emisión de gases de combustión y partículas que afectarían el componente atmósfera.</p> <p>Suelo: el uso de suelo en el que se encuentra la planta de distribución de gas l.p. pertenece a "Asentamiento Humano" y "Agricultura de Temporal", en el cual no se prevé afectación.</p> <p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 1524.34 m, no sea severamente afectado. Por lo que se podría encontrar las especies potenciales a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua las cuales se enlistan en el apartado IV.2.1 "Flora" en el capítulo IV. Descripción del entorno, dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación. No obstante, en el apartado IV.2.2 "Fauna", en el capítulo IV. Descripción del entorno se presentan las especies probables a encontrarse.</p>		





Clave del escenario		ESCENARIO 004. Blevé del recipiente de almacenamiento de 250,000 litros debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	97.86 m	<p>Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación (1524.34 m), no presenten daños dado que el flujo térmico es equivalente al de los rayos solares al medio día.</p> <p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 97.86 m, no sea severamente afectado. Este radio de afectación se encuentra en las colindancias de la planta de distribución de gas l.p. y las mismas áreas comprendidas de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación. No obstante se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación, podrían caer al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 97.86 m.</p>		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	166.35 m	<p>Flora: Dentro del radio de afectación 166.35 m no se prevén afectaciones. Por lo que se podría hallar especies potenciales a encontrarse en el Municipio de Madera en el apartado IV.2.1 en el capítulo IV. Descripción del entorno, dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación, no obstante, en el apartado IV.2.2 "Fauna", en el capítulo IV. Descripción del entorno se presentan las especies probables a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua.</p>		
Personal	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	812.72 m	En un radio de 812.72 m el personal podría experimentar dolor si no se protege en al menos 20 segundos, así como la factibilidad de la formación de ampollas en la piel, dentro de este radio de afectación, se halla personal de la planta puesto que el radio quedan dentro del límite de la misma.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	1524.34 m	Dentro de un radio de 1524.34 m no se presentan molestias, aun durante largos periodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día, no se halla personal propio de la planta que pudiera verse afectado.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo 1.0 psi	97.86 m	En un radio de 97.86 m se encuentra fuera de los límites de las instalaciones de operación de la planta no obstante todo el personal que se encuentre en todas las áreas operativas .		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	166.35 m	En un radio de 166.35 m se encuentra fuera de los límites de las instalaciones de operación de la planta por lo que no se encuentra personal que pudiera ser afectado.		
Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m ²	246.10 m– 501.18 m	Las instalaciones dentro de un radio de 246.10 m donde se encuentran todas las áreas pertenecientes de la planta de distribución de gas l.p. pueden presentar daños representativos, como colapso de estructuras y daños severos en el semirremolque. Dentro de este nivel se tienen la energía suficiente como para incendiar tubos de plástico.		





Clave del escenario		ESCENARIO 004. Blevé del recipiente de almacenamiento de 250,000 litros debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
	Sobrepresión	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	812.72 m	Dentro de un radio de 501.18 m, se tiene la energía mínima requerida para que haya ignición en materiales como la madera, y materiales de plástico se funden, sin embargo no hay instalaciones perteneciente a la planta de distribución que pudieran verse afectados.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	1524.34 m	En un radio de 812.72 m se encuentra la energía mínima para provocar la llama de ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos solo se hallan las instalaciones de la Planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Madera.		
		Alto Riesgo por daño a equipos 10 – 3.0 psi	21.01 m 42.87 m	Dentro de un radio de 1524.34 m no se encuentra equipos de instalaciones de riesgo. Las estructuras e instalaciones que resultan afectadas dentro de un radio de afectación de 21.01 m, donde se encuentran Compresor 1, Tomas de recepción de semirremolques, Zona de almacenamiento, Muelle de llenado se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irreversibles en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. En un radio de 42.87 m se encuentra el muelle de llenado donde se encuentra la infraestructura para realizar el llenado del muelle de llenado, en donde se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	97.86 m	Dentro de un radio de 97.86 m donde se encuentra el sistema contra incendio, oficinas, bodega de almacenamiento de maquinaria "El Corporal" donde se prevé que se deformen paneles de aluminio o acero, así como paneles de madera elevados.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	166.35 m	Dentro de un radio de 166.35 m, no se hallan instalaciones propias de la planta que pidieran verse afectadas.		
		Población	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²		
Amortiguamiento 1.4 kW/m	1524.34 m			Dentro de un rango de un radios entre 812.72 m y 1524.34 m se encuentra Aserradero, Rastro, Monasterio, Materiales del Noroeste y una casa del municipio de Madera, las cuales dependiendo de las distancias a las que se encuentren podría resultar con afectaciones desde dolor si no se protege en 20 segundos, formación de ampollas, demolición parcial de casas, hasta dolor si la exposición es mayor a 20 segundos.		
Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi		97.86 m	Dentro de un radio de 97.86 m, no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado.		
	Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi		166.35 m	Dentro de un radio de 166.35 m, se prevé daño menor a la estructura de casas sin embargo no se halla elemento de población que pudiera verse afectado, solo se detecta la carretera Chihuahua – Cd. Madera.		



De acuerdo al reporte de resultados de daños por radiación térmica resultante de la bola de fuego de la BLEVE del semirremolque se tiene lo siguiente:

Tipo de daño por radiación emitida por la bola de fuego	Personas que se encuentren expuestas en:
ZONA 4 Quemaduras de 3er grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 50 %) 256.20 m	Planta de distribución de Gas L.P. propiedad de "Gas El Sobrante, S.A. de C.V." Predio total perteneciente a la Empresa Gas El Sobrante, S.A. de C.V. Bodegas de almacenamiento de maquinaria "El Caporal" Carretera Chihuahua – Cd. Madera Vías férreas
ZONA 3 Quemaduras de 2do grado en piel desnuda. (Nivel de letalidad 1 %) 505.26 m	Rancho Blanco
ZONA 2 Quemaduras de 1er grado en piel desnuda. 670.25 m	El Lucero de Don Rodolfo
ZONA 1 Dolor en piel desnuda. 1013.76 m	Planta de tratamiento de aguas residuales del Municipio de Madera

En este sentido, es importante describir los efectos causados por la radiación térmica hacia las personas, una vez que este vector de escalación es del mayor dimensionamiento. La energía térmica transmitida por la radiación generada por la bola de fuego será capaz producir lesiones de los tejidos humanos (quemaduras térmicas).

Según la profundidad de la quemadura se prevén quemaduras de primer, segundo y tercer grado en las personas expuestas durante el tiempo que dura la bola de fuego.

Quemaduras de primer grado.



Afectan a la capa más superficial de la piel, la epidermis, por lo que la capacidad de regeneración cutánea se mantiene intacta. Este tipo de quemaduras se caracterizan por el enrojecimiento de la piel sin que aparezcan ampollas, por el hecho de ser dolorosas y la curación espontánea en pocos días.

Quemaduras de segundo grado.



Se subdividen a su vez en dos subgrados:

Quemaduras de segundo grado superficial: afecta a toda la epidermis y a la capa superficial de la dermis, son dolorosas y aparecen ampollas, al respetar focos regenerativos del epitelio curan sin cicatriz.



Quemaduras de segundo grado profundo: afectan a toda la epidermis y dermis, aunque quedan indemnes células epiteliales de las partes más profundas de los folículos pilosos y las glándulas sudoríparas. Aparece una escara blanquecina y, si se infectan, se convierten en quemaduras de tercer grado. La cicatrización es lenta e imperfecta.

Quemaduras de tercer grado.



Estas heridas lesionan por completo la epidermis y la dermis, por lo que no dejan indemne ningún elemento epidérmico, son a vasculares y tienen un color variable que oscila entre pálido y negrozco. Este tipo de quemaduras pueden observarse vasos trombosados. Se destruyen las terminaciones nerviosas por lo que no son dolorosas. Su curación es siempre por segunda intención y suele necesitar injertos.

De manera más específica se describe a continuación el efecto por quemaduras sobre seres vivos, la dosis y la dosis recibida en función de la distancia a la que se encuentran del origen del evento:

DISTANCIA A DOSIS ESPECÍFICAS DE RADIACIÓN CALCULADAS DURANTE EL TIEMPO DE LA BOLA DE FUEGO (t = 13.34 s)				
Efecto	Radiación (kW/m ²)	Dosis (W/m ²) ^{4/3} s	Distancia (m)	
			Centro BF	A nivel de piso
Dolor en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 85 (kW/m ²) ^{4/3} s	3.17	85.00	1036.02	1013.76
Nivel de daño significativo / Quemaduras de 1er. grado en piel desnuda Dosis mínima equivalente a 250 (kW/m ²) ^{4/3} s	7.13	250.00	703.46	670.25
Quemaduras de 2do. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 1% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 500 (kW/m ²) ^{4/3} s	11.99	500.00	548.54	505.26
Quemaduras de 3er. grado en piel desnuda / Nivel de letalidad de 50% para vestidura promedio Dosis mínima equivalente a 2000 (kW/m ²) ^{4/3} s	33.91	2000.00	333.55	256.20





Clave del escenario		ESCENARIO 005. Fuga de gas l.p. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Medio ambiente	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	46.91 m	<p>Aire: La calidad del aire sería el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión, se tendría emisión de gases de combustión y partículas que afectarían el componente atmósfera.</p> <p>Flora: dentro de un radio de 46.91 m la flora presente puede tener incendios de baja intensidad. se encuentran las instalaciones propias de la planta, donde en la visita de campo se halló las siguientes especies Pasto o zacate (<i>Brachiaria sp</i>), resaltando que ninguna de ellas se halla enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: dentro de un radio de 46.91 m la fauna presente puede sentir dolor si la exposición es mayor a 20 segundos. Dado que las instalaciones se encuentran completamente construidas no se halló fauna dentro de las mismas, a excepción de la especie Gorrión (<i>Passer domesticus</i>), Tórtolas (<i>Columbina inca</i>), Cenzontle (<i>Mimus sp.</i>), Golondrina (<i>Hirundo rustica</i>), dentro de las cuales no se halla enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	<p>2 válvulas multiport bridada marca Rego, modelo A88674G de 101 mm, con 4 válvulas de seguridad marca Rego, modelo A3149MG de 64 mm, cada una de estas válvulas cuentan con punto de ruptura, fecha de fabricación 3A17/3B17, presión de operación 24 bar.</p> <p>Sistema de aspersión: Cada recipiente cuenta con un sistema de rociadores distribuidos a lo largo de los mismos, 72 boquillas Spraying System modelo ½-HH-40 con un gasto de 29.50 LPM.</p>	<p>Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de los procedimientos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verificar que el tubo de desfogue conectado a la válvula de seguridad cuente con capuchón protector.
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	86.65 m	<p>Aire: La calidad del aire sería el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión, se tendría emisión de gases de combustión y partículas que afectarían el componente atmósfera.</p> <p>Suelo: el uso de suelo en el que se encuentra la planta de distribución de gas l.p. pertenece a “Agricultura de Temporal”, en el cual no se prevé afectación.</p> <p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 86.65 m, no sea severamente afectado. Este radio de afectación se encuentra en las colindancias de la planta de distribución de gas l.p. por lo que se podría encontrar Pasto o zacate (<i>Brachiaria sp</i>) dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que, debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación. No obstante, se mencionan las que podrían encontrarse Gorrión (<i>Passer domesticus</i>), Tórtolas (<i>Columbina inca</i>), Cenzontle (<i>Mimus sp.</i>), Golondrina (<i>Hirundo rustica</i>), de las cuales ninguna se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación (86.65 m), no presenten daños dado que el flujo térmico es equivalente al de los rayos solares al medio día.</p>	<p>Extintores: Se cuenta con 4 extintores de polvo químico seco del tipo manual clase ABC de 9 kg.</p> <p>Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables. Cada hidrante tiene un gasto de 350 LPM con manguera de longitud de 30m.</p>	<p>Verificar que las válvulas de seguridad no presenten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Partículas foráneas que puedan impedir el correcto funcionamiento de la válvula. ✓ Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. ✓ Daño físico. ✓ Fuga en el asiento o en la conexión del recipiente. ✓ Corrosión.





Clave del escenario		ESCENARIO 005. Fuga de gas l.p. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	150.71 m	<p>Suelo: el uso de suelo en el que se encuentra la planta de distribución de gas l.p. pertenece a “Pastizal Cultivado”, el cual no se prevé afectación.</p> <p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 150.71 m, no sea severamente afectado. Este radio de afectación se encuentra en las colindancias de la planta de distribución de gas l.p. por lo que se podría encontrar las siguientes especies potenciales en el Municipio del Centro, Villahermosa, Tabasco las cuales se enlistan en la tabla IV.7 “Especies de flora potenciales a encontrarse en el Municipio del Centro, Villahermosa, Tabasco” en el capítulo IV. Descripción del entorno, dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación. No obstante, en la tabla IV.8 “Especies de fauna potenciales por encontrarse en el municipio”, en el capítulo IV. Descripción del entorno se presentan las especies probables a encontrarse. Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación, podrían caer al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 150.71 m.</p>	Además, se cuenta con alarma audible y visible, Paro de emergencia y equipo de protección personal contra incendio y brigadas contra incendio.	
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	256.18 m	<p>Flora: Dentro del radio de afectación 256.18 m no se prevén afectaciones. Por lo que se podría hallar especies potenciales a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua las cuales se enlistan en el apartado IV.2.1 en el capítulo IV. Descripción del entorno, dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación, no obstante, en el apartado IV.2.2 “Fauna”, en el capítulo IV. Descripción del entorno se presentan las especies probables a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua.</p>		
Personal	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	46.91 m	En un radio de 46.91 m el personal podría experimentar dolor si no se protege en al menos 20 segundos, así como la factibilidad de la formación de ampollas en la piel, dentro de este radio quedan inmersas todas las áreas de Tomas de recepción de semirremolques, Zona de almacenamiento, Suministro de autotanques, Bombas 1 y 2, Muelle de llenado, Sistema contra incendio.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	86.65 m	Dentro de un radio de 86.65 m no se presentan molestias, aun durante largos periodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día, no se halla personal propio de la planta que pudiera verse afectado.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	150.71 m	En un radio de 150.71 m se encuentra fuera de los límites de las instalaciones de operación de la planta por lo que no se encuentra personal que pudiera ser afectado.		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	256.18 m	En un radio de 256.18 m se encuentra fuera de los límites de las instalaciones de operación de la planta por lo que no se encuentra personal que pudiera ser afectado.		
Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos	17.18 m– 29.98 m	Las instalaciones dentro de un radio de 17.18 m donde se encuentran equipos y áreas como Compresor 1, Tomas de recepción de semirremolques, Zona de almacenamiento, Muelle de llenado pueden presentar		





Clave del escenario		ESCENARIO 005. Fuga de gas l.p. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
		37.5 – 12.5 kW/m ²		daños representativos, como colapso de estructuras y daños severos en el semirremolque. Dentro de este nivel se tienen la energía suficiente como para incendiar tubos de plástico. Dentro de un radio de 29.98 m , se tiene la energía mínima requerida para que haya ignición en materiales como la madera, y materiales de plástico se funden, donde se encuentra las instalaciones del Suministro de auto-tanques, Bombas 1 y 2.		
		Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	46.91 m	En un radio de 46.91 m se encuentra la energía mínima para provocar la llama de ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos donde se encuentra el sistema contra incendio.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	86.65 m	Dentro de un radio de 86.65 m se encuentra equipos y áreas como: Oficinas, Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Carporal" donde no se prevén afectaciones por daño a equipos.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10 – 3.0 psi	32.35 m 66.02 m	Las estructuras e instalaciones que resultan afectadas dentro de un radio de afectación de 32.35 m , donde se encuentran equipos y áreas como compresor 1, tomas de recepción de semirremolques, zona de almacenamiento, suministro de auto-tanques, bombas 1 y 2, muelle de llenado donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irre recuperables en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. En un radio de 66.02 m se encuentran equipos y áreas donde se hallan: Sistema contra incendio, Oficinas, Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Carporal", en donde se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	150.71 m	Dentro de un radio de 150.71 m donde no se encuentran instalaciones de la planta de distribución donde se prevé que se deformen paneles de aluminio o acero, así como paneles de madera elevados.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	256.18 m	Dentro de un radio de 256.18 m , no se hallan instalaciones propias de la planta que pudieran verse afectadas.		
Población	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	46.91 m	Dentro de un radio de 46.91 m se prevén afectaciones por umbral de dolor, el cual se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos de exposición, se presentan quemaduras de segundo grado, no se hallan elementos de población que pudieran verse afectados.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	86.65 m	Dentro de un radio de 86.65 m no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	150.71 m	Dentro de un radio de 150.71 m , no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	256.18 m	Dentro de un radio de 256.18 m , se prevé daño menor a la estructura de casas, dentro de este radio se encuentra la infraestructura de la Carretera Chihuahua – Cd. Madera y vías férreas.		





Clave del escenario		ESCENARIO 006. Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Medio ambiente	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	26.67 m	<p>Aire: La calidad del aire sería el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión, se tendría emisión de gases de combustión y partículas que afectarían el componente atmósfera.</p> <p>Flora: dentro de un radio de 26.67 m la flora presente puede tener incendios de baja intensidad de la cual no se halló en las instalaciones propias de la planta, puesto que las áreas se hallan terminadas de concreto.</p> <p>Fauna: dentro de un radio de 26.67 m la fauna presente puede sentir dolor si la exposición es mayor a 20 segundos. Dado que las instalaciones se encuentran completamente construidas no se halló fauna dentro de las mismas.</p>	<p>Toma de suministro de gas l.p. a auto tanques</p> <p>Salvaguardas tipo preventivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programa de mantenimiento preventivo de la planta de distribución de gas l.p. para el año 2023. <p>Salvaguardas de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Punta de llenado con válvula de cierre rápido. • Manómetro • Válvula de globo recta <p>Salvaguardas de mitigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Válvulas Pull Away • Válvula de corte, con actuador neumático • Válvula de alivio de presión hidrostática de 13 mm de diámetro. • Válvulas de exceso de flujo <p>Extintores: Se cuenta con 2 extintores de polvo químico seco del tipo manual clase ABC de 9 kg.</p> <p>Hidrantes: Se cuenta con 3 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y</p>	<p>Los choferes de los auto-tanques deben apearse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deben apearse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración.</p> <p style="text-align: center;">6. El procedimiento de operación de suministro a auto-tanques debe cumplir al menos con las siguientes instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Estacionar el auto-tanque en el lugar definido para el trasiego; ➤ Apagar el motor del auto-tanque; ➤ Accionar el freno; ➤ Desconectar el sistema eléctrico; ➤ Calzar las ruedas; ➤ Conectar a tierra
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	49.06 m	<p>Aire: La calidad del aire sería el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión, se tendría emisión de gases de combustión y partículas que afectarían el componente atmósfera.</p> <p>Suelo: el uso de suelo en el que se encuentra la planta de distribución de gas l.p. pertenece a “Agricultura de Temporal” en el cual no se prevé afectación.</p> <p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 49.06 m, no sea severamente afectado puesto que las instalaciones están completamente construidas, y no se halla flora dentro de ese radio.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación. Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación, no presenten daños</p>		
	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	84.97 m	<p>Suelo: el uso de suelo en el que se encuentra la planta de distribución de gas l.p. pertenece a “Agricultura de Temporal”, el cual no se prevé afectación.</p> <p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 84.97 m, no sea severamente afectado. Este radio de afectación se encuentra en las colindancias de la planta de distribución de gas l.p. por lo que se podría encontrar Pasto o zacate (<i>Brachiaria sp.</i>), la cual no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación. No obstante, podrían encontrarse especies de aves como: Gorrión (<i>Passer domesticus</i>), Tórtolas (<i>Columbina inca</i>), Cenzontle (<i>Mimus sp.</i>), Golondrina (<i>Hirundo rustica</i>).</p>			





Clave del escenario		ESCENARIO 006. Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de liquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Personal	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	26.67 m	Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación, podrían caer al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 84.97 m .	llenado de recipientes transportables. Cada hidrante tiene un gasto de 350 LPM y longitud de 30 m el alcance del chorro de agua es de 15 m de trabajo de 5 kg/cm ² . Además, se cuenta con alarma audible y visible, y equipo de protección personal contra incendio y brigadas contra incendio.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ el auto-tanque; ➤ Verificar el nivel del recipiente para evitar que sea llenado en exceso; ➤ Inspeccionar visualmente para confirmar que no hay evidencias de fugas; ➤ Inspeccionar el estado físico de la manguera de trasiego; ➤ Movimientos para la conexión de válvulas; ➤ Uso del acoplamiento de llenado o Acoplamiento de Llenado de Desconexión Seca, en caso de aplicar, para el suministro al auto-tanque; ➤ Arranque y parada de la bomba de trasiego, y ➤ Supervisión durante el suministro a auto-tanques.
		Amortiguamiento 0.5 psi	144.44 m	<p>Flora: Dentro del radio de afectación 144.4 m no se prevén afectaciones. Por lo que se podría hallar especies potenciales a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua las cuales se enlistan en el apartado IV.2.1 "Flora", dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación, no obstante, en el apartado IV.2.2 "Fauna", en el capítulo IV. Descripción del entorno se presentan las especies probables a encontrarse en el Municipio Madera, Chihuahua.</p>		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	84.97 m	En un radio de 26.67 m el personal podría experimentar dolor si no se protege en al menos 20 segundos, así como la factibilidad de la formación de ampollas en la piel, dentro de este radio quedan inmersas las áreas de Zona de almacenamiento, Suministro de auto-tanques, Bombas 1 y 2, Muelle de llenado por lo que el personal que se encuentre dentro de estas áreas podría resultar con las afectaciones previamente.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	144.44 m	Dentro de un radio de 49.06 m no se presentan molestias, aun durante largos periodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día, el personal que se encuentre en las siguientes áreas Compresor 1, Tomas de recepción de semirremolques, Sistema contra incendio.		
Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m ²	10.15 m– 17.20 m	En un radio de 84.97 m se encuentra las instalaciones de operación de la planta como Oficinas, donde el personal presente puede tener un rango de lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles.		
		Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	26.67 m	En un radio de 144.44 m se encuentra fuera de los límites de las instalaciones de operación de la planta por lo que no se encuentra personal que pudiera ser afectado.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	49.06 m	Las instalaciones dentro de un radio de 10.15 m donde se encuentran equipos y áreas como Zona de almacenamiento, Suministro de auto-tanques, Bombas 1 y 2 pueden presentar daños representativos, como colapso de estructuras y daños severos en el semirremolque. Dentro de este nivel se tienen la energía suficiente como para incendiar tubos de plástico.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10 – 3.0 psi	18.24 m 37.22 m	Dentro de un radio de 17.20 m , se tiene la energía mínima requerida para que haya ignición en materiales como la madera, y materiales de plástico se funden, donde se encuentra las instalaciones del muelle de llenado.		
				En un radio de 26.67 m se encuentra la energía mínima para provocar la llama de ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos donde se encuentran los equipos del muelle de llenado.		
				Dentro de un radio de 49.06 m se encuentra equipos y áreas como: Compresor 1, Tomas de recepción de semirremolques, Sistema contra incendio donde no se prevén afectaciones por daño a equipos.		
				Las estructuras e instalaciones que resultan afectadas dentro de un radio de afectación de 18.24 m , donde se encuentran equipos y áreas como Zona de almacenamiento, Suministro de auto-tanques, Bombas 1 y 2, Muelle de llenado donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irreversibles en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total y el 100% de daño sobre el equipo de la planta.		
				En un radio de 37.22 m se encuentran equipos y áreas donde se hallan las instalaciones y equipos de Compresor 1, Tomas de recepción de semirremolques, Sistema contra incendio, en donde se prevé la		





Clave del escenario		ESCENARIO 006. Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
				destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	84.97 m	Dentro de un radio de 84.97 m donde se encuentran instalaciones de la planta de distribución Oficinas, Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Corporal" donde se prevé que se deformen paneles de aluminio o acero, así como paneles de madera elevados.		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	144.44 m	Dentro de un radio de 144.44 m , no se hallan instalaciones propias de la planta que pudieran verse afectadas.		
Población	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m²	26.67 m	Dentro de un radio de 26.67 m se prevén afectaciones por umbral de dolor, el cual se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos de exposición, se presentan quemaduras de segundo grado, no se hallan elementos de población que pudieran verse afectados.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	49.06 m	Dentro de un radio de 49.06 m no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	84.97 m	Dentro de un radio de 84.97 m , no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado.		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	144.44 m	Dentro de un radio de 144.44m , se prevé daño menor a la estructura de casas, dentro de este radio no se encuentra la infraestructura que pudiera verse afectada.		





Clave del escenario		ESCENARIO 007 Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación la misma.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Medio ambiente	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	9.87 m	Dentro de un radio de 9.87 m no se halla ningún componente ambiental que pudiera verse afectado.	Sistemas de control <ul style="list-style-type: none"> Indicador de flujo tipo de mirilla, Filtro Sistemas de seguridad <ul style="list-style-type: none"> Conexión a tierra Válvula bola Válvula de relevo hidrostático Válvula de globo Válvula de control automático Cople flexible Válvula bypass Hidrantes: Se cuenta con 3 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables. Cada hidrante tiene un gasto de 350 LPM con manguera de longitud de 30 m.	Las bombas se deben mantener perfectamente anclados, libres de vibraciones. El filtro debe ser limpiado y purgado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido a la bomba. La frecuencia dependerá de la aplicación y de las condiciones de funcionamiento y de la recomendación del fabricante. Se debe contar con una inspección visual y de fugas anual a las conexiones roscadas, bridadas o soldadas del sistema de tuberías.
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	18.15 m	Dentro de un radio de 18.15 m no se halla ningún componente ambiental que pudiera verse afectado.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	150.71 m	Suelo: el uso de suelo en el que se encuentra la planta de distribución de gas l.p. pertenece a "Agricultura de Temporal", el cual no se prevé afectación. Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 150.71 m , no sea severamente afectado. Este radio de afectación se encuentra en las colindancias de la planta de distribución de gas l.p. por lo que se podría encontrar las siguientes especies potenciales en el Municipio de Madera, Chihuahua las cuales se enlistan en el apartado IV.2.1 "Flora" en el capítulo IV. Descripción del entorno, dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación. No obstante, en el apartado IV.2.2 "Fauna". Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación, podrían caer al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 150.71 m .		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	256.18 m	Flora: Dentro del radio de afectación 256.18 m no se prevén afectaciones. Por lo que se podría hallar especies potenciales a encontrarse en el Municipio de Madera Chihuahua las cuales se enlistan en el apartado IV.2.1 "Flora" dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Fauna: Debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación, no obstante, en el apartado IV.2.2 "Fauna", en el capítulo IV. Descripción del entorno se presentan las especies probables a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua.		
		Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	9.87 m	En un radio de 9.87 m el personal podría experimentar dolor si no se protege en al menos 20 segundos, así como la factibilidad de la formación de ampollas en la piel, dentro de este radio quedan inmersas las áreas de Zona de almacenamiento, Suministro de auto-tanques, bombas 1 y 2, por lo que el personal que se encuentre dentro de estas áreas podría resultar con las afectaciones previamente.		
	Personal	Radiación	Amortiguamiento 1.4 kW/m	18.15 m		
Alto Riesgo ≥ 1.0 psi			150.71 m	En un radio de 150.71 m se encuentra fuera de los límites de las instalaciones de operación de la planta por lo que no se encuentra personal que pudiera ser afectado.		
Sobrepresión		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	256.18 m	En un radio de 256.18 m se encuentra fuera de los límites de las instalaciones de operación de la planta por lo que no se encuentra personal que pudiera ser afectado.		
		Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	9.87 m	En un radio de 9.87 m el personal podría experimentar dolor si no se protege en al menos 20 segundos, así como la factibilidad de la formación de ampollas en la piel, dentro de este radio quedan inmersas las áreas de Zona de almacenamiento, Suministro de auto-tanques, bombas 1 y 2, por lo que el personal que se encuentre dentro de estas áreas podría resultar con las afectaciones previamente.		





Clave del escenario		ESCENARIO 007 Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación la misma.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m²	4.06 m – 6.87 m	<p>Las instalaciones dentro de un radio de 4.06 m donde se encuentran equipos y áreas de Suministro de gas l.p. a auto – tanques, se pueden presentar daños representativos, como colapso de estructuras y daños severos en el semirremolque. Dentro de este nivel se tienen la energía suficiente como para incendiar tubos de plástico.</p> <p>Dentro de un radio de 6.87 m, se tiene la energía mínima requerida para que haya ignición en materiales como la madera, y materiales de plástico se funden, donde se encuentra las instalaciones e instrumentos del recipiente de almacenamiento de gas l.p.</p>		
		Alto Riesgo 5.0 kW/m²	9.87 m	<p>En un radio de 9.87 m se encuentra la energía mínima para provocar la llama de ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos donde se encuentran los equipos y áreas de: recipiente de Almacenamiento de gas l.p. 2, Bomba IV, Suministro de tanques de carburación a vehículos propios de la empresa, Bomba V.</p>		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	18.15 m	<p>Dentro de un radio de 18.15 m se encuentra equipos y áreas del muelle de llenado donde no se prevén afectaciones por daño a equipos.</p>		
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10 – 3.0 psi	32.35 m – 66.02 m	<p>Las estructuras e instalaciones que resultan afectadas dentro de un radio de afectación de 32.35 m, donde se encuentran equipos y áreas como tomas de recepción de semirremolques, zona de almacenamiento, suministro de auto-tanques, bombas 1 y 2, muelle de llenado donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irreversibles en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total y el 100% de daño sobre el equipo de la planta.</p> <p>En un radio de 66.02 m se encuentran equipos y áreas donde se hallan las instalaciones y equipos de las: Compresor 1, Sistema contra incendio, Oficinas, Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Corporal", en donde se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño a equipos de proceso.</p>		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	150.71 m	<p>Dentro de un radio de 150.71 m donde no se encuentran las instalaciones la planta donde se prevé que se deformen paneles de aluminio o acero, así como paneles de madera elevados.</p>		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	256.18 m	<p>Dentro de un radio de 256.18 m, no se hallan instalaciones propias de la planta que pudieran verse afectadas.</p>		
Población	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m²	9.87 m	<p>Dentro de un radio de 9.87 m se prevén afectaciones por umbral de dolor, el cual se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos de exposición, se presentan quemaduras de segundo grado, no se hallan elementos de población que pudieran verse afectados.</p>		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	18.15 m	<p>Dentro de un radio de 18.15 m no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado.</p>		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	150.71 m	<p>Dentro de un radio de 150.71 m, no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado.</p>		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	256.18 m	<p>Dentro de un radio de 256.18 m, se prevé daño menor a la estructura de casas, dentro de este radio no se encuentra población que pudiera verse dañada.</p>		





El siguiente escenario se puede presentar tanto en el muelle de llenado dentro de las instalaciones de la planta, como durante la distribución y/o el conectado con el usuario del cilindro, las afectaciones durante la venta y conexión al usuario final dependerá de las características específicas de la instalación.

Clave del escenario		ESCENARIO 008 Fuga de gas l.p. debido al desfonde de un recipiente transportable. (Muelle de llenado)					
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Medio ambiente	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	55.80 m	<p>Flora: dentro del radio de 55.80 m se encuentran las instalaciones propias de la planta, donde solo se halla Pasto o Zacate (<i>Brachiaria sp.</i>), resaltando que no se halla enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A este nivel de presión se prevé que la flora presente pueda presentar devastación menor en la cubierta vegetal.</p> <p>Fauna: dado que las instalaciones se encuentran completamente construidas no se halló fauna dentro de las mismas, a excepción de la especie Gorrión (<i>Passer domesticus</i>), Tórtolas (<i>Columbina inca</i>), Ceniztla (<i>Mimus sp.</i>), Golondrina (<i>Hirundo rustica</i>). Sin embargo a ese nivel de sobrepresión la fauna que pudiera hallarse presente durante la suscitación de un evento no deseado, pudiera presentar afectaciones menores como traumatismos.</p>		<p>Extintores: Se cuenta con 4 extintores de polvo químico seco del tipo manual clase ABC de 9 kg.</p> <p>Hidrantes: Se cuenta con 3 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables. Cada hidrante tiene un gasto de 350 LPM con manguera de longitud de 30m.</p> <p>Además, se cuenta con alarma audible y visible, y equipo de protección personal contra incendio y brigadas contra incendio.</p>	<p>Los recipientes transportables para Gas L.P. fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados de servicio e inutilizados.</p>
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	94.86 m	<p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 94.86 m, no sea severamente afectado. Este radio de afectación se encuentra en las colindancias de la planta de distribución de gas l.p. por lo que se podría afectar las especies potenciales a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua las cuales se enlistan en el apartado IV.2.1 "Flora" en el capítulo IV. Descripción del entorno, dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación, no obstante, en el apartado IV.2.2 "Fauna". Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación, podrían caer al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 94.86 m.</p>			
Personal	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	55.80 m	<p>En un radio de 55.80 m el personal que se encuentre en las áreas de Compresor 1, Tomas de recepción de semirremolques, Zona de almacenamiento, Suministro de auto-tanques, Bombas 1 y 2, Muelle de llenado, Sistema contra incendio, Oficinas, dentro de este nivel de sobrepresión se prevé un rango de lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles.</p>			
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	94.86 m	<p>En un radio de 94.86 m no se prevé un rango de daños ligeros a serios por heridas en la piel causadas por vidrios volando y otros misiles, sin embargo no hay personal que pudiera verse afectado.</p>			
Instalaciones	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10 – 3.0 psi	11.98 m 24.45 m	<p>Las estructuras e instalaciones que resultan afectadas dentro de un radio de afectación de 11.98 m, donde se encuentran equipos y áreas de Zona de almacenamiento, Suministro de autotanques, Bombas 1 y 2, Muelle de llenado donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irreversibles en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total y el 100% de daño sobre el equipo de la planta.</p> <p>En un radio de 24.45 m se encuentran las oficinas, se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño a equipos de proceso.</p>			





Clave del escenario		ESCENARIO 008 Fuga de gas l.p. debido al desfonde de un recipiente transportable. (Muelle de llenado)				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Población	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	55.80 m	Dentro de un radio de 55.80 m donde se encuentran las instalaciones de Compresor 1, Tomas de recepción de semirremolques, Sistema contra incendio, Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Corporal" donde se prevé que se deformen paneles de aluminio o acero, así como paneles de madera elevados.		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	94.86 m	Dentro de un radio de 94.86 m , no hay equipos que se encuentren dentro de este radio, donde se prevé un daño menor a las instalaciones previamente dichas.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	55.80 m	Dentro de un radio de 55.80 m , no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado.		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	94.86 m	Dentro de un radio de 94.86 m , no se prevé daño menor a la estructura de casas, dentro de este radio no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado.		

El escenario 009 correspondiente a la bleve del auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto, se considera durante la distribución y venta de gas l.p. a usuarios finales, por lo que el alcance de los daños ocasionados dependerá de las rutas de distribución y la densidad de población en cada una de ellas.

El escenario 010 podría suscitarse en el estacionamiento de la planta de distribución como durante la operación de distribución a usuarios.

Clave del escenario		ESCENARIO 010 Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto - tanque.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona		Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Medio ambiente	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m²	19.16 m	Dentro de un radio de 19.16 m no se encuentra algún componente ambiental que pudiera verse afectado.	Extintores: Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg.	Evaluar el conocimiento de los operadores en temas de: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Las acciones para prevenir Incidentes o Accidentes en la ruta de distribución ➤ La conducción de Unidades para distribución de Gas Licuado de Petróleo (incluir manejo a la defensiva)
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	35.23 m	Dentro de un radio de 35.23 m no se encuentra algún componente ambiental que pudiera verse afectado.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	101.31 m	Flora: dentro del radio de 101.31 m se encuentran las instalaciones propias de la planta, y las colindancias de la misma, donde no se halla flora enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A este nivel de presión se prevé que la flora presente pueda presentar devastación menor en la cubierta vegetal. Fauna: dado que las instalaciones se encuentran completamente construidas. Sin embargo a ese nivel de sobrepresión la fauna que pudiera hallarse presente durante la suscitación de un evento no deseado, pudiera presentar afectaciones menores como traumatismos.		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	172.22 m	Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 172.22 m , no sea severamente afectado. Este radio de afectación se encuentra en las colindancias de la planta de distribución de gas l.p. por lo que se podría afectar las especies potenciales a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua las cuales se enlistan en el apartado IV.2.1 Flora, en el capítulo IV, dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de		





Clave del escenario		ESCENARIO 010 Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto - tanque.					
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar	
Personal	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	19.16 m	estos radios de afectación, no obstante, en el apartado IV.2.2 Fauna, se presentan las especies probables a encontrarse. Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación, podrían caer al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 172.22 m .			<ul style="list-style-type: none"> ➤ Información de emergencias durante el transporte de sustancias peligrosas ➤ Protocolo de Respuesta a Emergencias
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	35.23 m	En un radio de 19.16 m el personal podría experimentar dolor si no se protege en al menos 20 segundos, así como la factibilidad de la formación de ampollas en la piel, dentro de este radio quedan inmersas las áreas de circulación dentro de la planta, así como el estacionamiento de auto-tanques por lo que el personal que se encuentre dentro de estas áreas podría resultar con las afectaciones previamente.			
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	101.31 m	Dentro de un radio de 35.23 m no se presentan molestias, aun durante largos periodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día, el personal que se encuentre en las áreas circundantes del auto-tanque percibirá dichos efectos.			
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	172.22 m	En un radio de 101.31 m se encuentra fuera de los límites de las instalaciones de operación de la planta por lo que no se encuentra personal que pudiera ser afectado.			
Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m ²	7.29 m– 12.35 m	En un radio de 172.22 m se encuentra fuera de los límites de las instalaciones de operación de la planta por lo que no se encuentra personal que pudiera ser afectado.			
		Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	19.16 m	Las instalaciones dentro de un radio de 7.29 m circundantes al auto-tanque donde se pueden presentar daños representativos, como colapso de estructuras y daños severos en el semirremolque. Dentro de este nivel se tienen la energía suficiente como para incendiar tubos de plástico.			
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	35.23 m	Dentro de un radio de 12.35 m , se tiene la energía mínima requerida para que haya ignición en materiales como la madera, y materiales de plástico se funden, donde se encuentra las instalaciones en un área circundante al auto-tanque donde se presente el evento.			
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10 – 3.0 psi	21.75 m 44.38 m	En un radio de 19.16 m se encuentra la energía mínima para provocar la llama de ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos donde se encuentran los equipos y áreas de: auto-tanques circundantes en el auto-tanque en cuestión.			
		Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	101.31 m	Dentro de un radio de 35.23 m no se prevén afectaciones por daño a equipos.			
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	172.22	Las estructuras e instalaciones que resultan afectadas dentro de un radio de afectación de 21.75 m , donde se encuentran equipos y áreas del estacionamiento de auto-tanques donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irreversibles en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total y el 100% de daño sobre el equipo de la planta.			
				En un radio de 44.38 m se encuentran equipos y áreas donde se hallan las instalaciones y equipos del cuarto de máquinas del sistema contra incendio en donde se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño a equipos de proceso.			
		Dentro de un radio de 101.31 m donde se encuentran las instalaciones de Suministro de auto-tanques, recepción de semirremolques, zona de almacenamiento, muelle de llenado, oficinas y áreas circundantes donde se prevé que se deformen paneles de aluminio o acero, así como paneles de madera elevados.					
		Dentro de un radio de 172.22 m , no se hallan instalaciones propias de la planta que pudieran verse afectadas.					





Clave del escenario		ESCENARIO 010 Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto - tanque.					
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar	
Población	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	19.16 m	Dentro de un radio de 19.16 m se prevén afectaciones por umbral de dolor, el cual se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos de exposición, se presentan quemaduras de segundo grado, no se hallan elementos de población que pudieran verse afectados en caso de que el evento se presentará dentro de las instalaciones de la planta.			
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	35.23 m	Dentro de un radio de 35.23 m no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado en caso de que el evento se presentará dentro de las instalaciones de la planta.			
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	101.31 m	Dentro de un radio de 101.31 m , no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado en caso de que el evento se presentará dentro de las instalaciones de la planta.			
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	172.22 m	Dentro de un radio de 172.22 m , se prevé daño menor a la estructura de casas, dentro de este radio se encuentra la infraestructura de la denominada Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Caporal".			

Para los eventos 11 y 12, correspondientes a la fuga ocasionada por lo remanentes en la manguera del auto-tanque y la bleve de un auto-tanque debido a la pérdida de integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente se consideran como eventos ocurridos durante la distribución venta de gas l.p. a usuarios finales, por lo que los efectos de los daños ocasionados pueden variar dependiendo de las rutas de distribución y la densidad de población.

Clave del escenario		ESCENARIO 013. Fuga de gas l.p. debido al desfogote de una de la válvula de seguridad de un auto-tanque.					
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar	
Para dicho escenario se presentan las posibilidades de que pueda desarrollarse dentro de las instalaciones de la planta de distribución como durante la distribución y venta mediante auto-tanque fuera de las instalaciones a los usuarios finales, por lo que los daños presentados a continuación solo corresponderán a si el evento simulado se presenta en las instalaciones.							
Medio ambiente	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	31.05 m	<p>Aire: La calidad del aire sería el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión, se tendría emisión de gases de combustión y partículas que afectarían el componente atmósfera.</p> <p>Flora: dentro de un radio de 31.05 m la flora presente puede tener incendios de baja intensidad. se encuentran las instalaciones propias de la planta, dentro de las cuales solo se detectó Pasto o Zacate (<i>Brachiaria sp.</i>).</p> <p>Fauna: dentro de un radio de 31.05 m la fauna presente puede sentir dolor si la exposición es mayor a 20 segundos. Dado que las instalaciones se encuentran completamente construidas no se halló fauna dentro de las mismas, a excepción de las aves que puedan desplazarse con facilidad en la Gorrion (<i>Passer domesticus</i>), Tórtolas (<i>Columbina inca</i>), Cenzontle (<i>Mimus sp.</i>), Golondrina (<i>Hirundo rustica</i>).</p>		<p>Válvula de seguridad.</p> <p>Extintores: Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg. En el área de estacionamiento se cuenta con 4 extintores tipo ABC.</p> <p>Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los</p>	<p>Efectuar simulacros para evaluar el conocimiento de los procedimientos seguros de llenado de auto-tanques.</p> <p>Verificar periódicamente que la válvula de seguridad se encuentre libre de residuos de los auto-tanques.</p>





Clave del escenario		ESCENARIO 013. Fuga de gas l.p. debido al desfogue de una de la válvula de seguridad de un auto-tanque.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Para dicho escenario se presentan las posibilidades de que pueda desarrollarse dentro de las instalaciones de la planta de distribución como durante la distribución y venta mediante auto-tanque fuera de las instalaciones a los usuarios finales, por lo que los daños presentados a continuación solo corresponderán a si el evento simulado se presenta en las instalaciones.						
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	57.69 m	<p>Aire: La calidad del aire sería el principal componente ambiental afectado a causa de la fuga de gas l.p., en caso de explosión, se tendría emisión de gases de combustión y partículas que afectarían el componente atmósfera.</p> <p>Suelo: el uso de suelo en el que se encuentra la planta de distribución de gas l.p. pertenece a “Agricultura de temporal”, en el cual no se prevé afectación.</p> <p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 57.69m, no sea severamente afectado. Este radio de afectación se encuentra en las colindancias de la planta de distribución de gas l.p. por lo que se podría encontrar las especies a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua las cuales se enlistan en el apartado IV.2.1 Flora, en el capítulo IV. Descripción del entorno, dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación. No obstante, en el apartado IV.2.2 se describe la fauna potencial a encontrarse en el municipio, en el capítulo IV. Descripción del entorno.</p> <p>Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación (57.69 m), no presenten daños dado que el flujo térmico es equivalente al de los rayos solares al medio día.</p>	estacionamientos del parque vehicular.	
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	90.25 m	<p>Suelo: el uso de suelo en el que se encuentra la planta de distribución de gas l.p. pertenece a “Agricultura de Temporal”, el cual no se prevé afectación.</p> <p>Flora: Dentro de este radio de afectación se prevé que la flora presente en un radio de afectación de 90.25 m, no sea severamente afectado. Este radio de afectación se encuentra en las colindancias de la planta de distribución de gas l.p. por lo que se podría encontrar las siguientes especies potenciales en el Municipio de Madera, Chihuahua las cuales se enlistan en el apartado IV.2.1 Flora del capítulo IV. Descripción del entorno, dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Respecto a este componente ambiental es importante mencionar que debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación. No obstante, se enlistan en el apartado IV.2.2 “Fauna”, en el capítulo IV. Descripción del entorno se presentan las especies probables a encontrarse. Se prevé que las especies que se encuentran en este radio de afectación, podrían caer al suelo por el impacto de la onda expansiva hasta una distancia de 90.25 m.</p>		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	153.42 m	<p>Flora: Dentro del radio de afectación 153.42 m no se prevén afectaciones. Sin embargo, se podrían hallar especies potenciales a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua las cuales se enlistan en el</p>		





Clave del escenario		ESCENARIO 013. Fuga de gas l.p. debido al desfogue de una de la válvula de seguridad de un auto-tanque.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Para dicho escenario se presentan las posibilidades de que pueda desarrollarse dentro de las instalaciones de la planta de distribución como durante la distribución y venta mediante auto-tanque fuera de las instalaciones a los usuarios finales, por lo que los daños presentados a continuación solo corresponderán a si el evento simulado se presenta en las instalaciones.						
				<p>apartado IV.2.1 "Flora" en el capítulo IV. Descripción del entorno, dentro de las cuales no se halla ninguna especie en estatus de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p>Fauna: Debido a la zona donde se encuentran las instalaciones se considera poco probable que aves, mamíferos y reptiles se encuentren presentes dentro de estos radios de afectación, no obstante, en el apartado IV.2.2 "fauna" en el capítulo IV. Descripción del entorno se presentan las especies probables a encontrarse en el Municipio de Madera, Chihuahua.</p>		
Personal	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	31.05 m	En un radio de 31.05 m el personal podría experimentar dolor si no se protege en al menos 20 segundos, así como la factibilidad de la formación de ampollas en la piel, dentro de este radio quedan inmersas las áreas de circulación dentro de la planta, así como las zonas donde se hallan: el cuarto de máquinas del sistema contra incendio y las áreas circundantes por lo que el personal que se encuentre dentro de estas áreas podría resultar con las afectaciones previamente.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	57.69 m	Dentro de un radio de 57.69 no se presentan molestias, aun durante largos periodos de exposición. Es el flujo térmico equivalente al del sol en verano y al medio día, el personal que se encuentre en las áreas circundantes del auto-tanque percibirá dichos efectos.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	90.25 m	En un radio de 90.25 m el personal que se encuentre en las áreas de Compresor 1, Recipiente de Almacenamiento de gas l.p., Suministro de gas l.p. a auto – tanques, Muelle de llenado, Bomba 1 y 2, puede experimentar un rango de lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles.		
		Amortiguamiento ≥ 0.5 < 1.0 psi	153.42 m	En un radio de 153.42 m se encuentran las oficinas y los límites de las instalaciones de operación de la planta por lo que no se encuentra personal que pudiera ser afectado.		
Instalaciones	Radiación	Alto Riesgo por daño a equipos 37.5 – 12.5 kW/m ²	10.74 m– 19.60 m	Las instalaciones dentro de un radio de 10.74 m circundantes al auto-tanque donde se pueden presentar daños representativos, como colapso de estructuras y daños severos en el semirremolque. Dentro de este nivel se tienen la energía suficiente como para incendiar tubos de plástico.		
		Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	31.05 m	Dentro de un radio de 19.60 m , se tiene la energía mínima requerida para que haya ignición en materiales como la madera, y materiales de plástico se funden, donde se encuentra las instalaciones en un área circundante al auto-tanque donde se presente el evento.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	57.69 m	En un radio de 31.05 m se encuentra la energía mínima para provocar la llama de ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos donde se encuentran los equipos y áreas de: auto-tanques circundantes en el auto-tanque en cuestión.		
				Dentro de un radio de 57.69 m no se prevén afectaciones por daño a equipos.		





Clave del escenario		ESCENARIO 013. Fuga de gas l.p. debido al desfogue de una de la válvula de seguridad de un auto-tanque.				
Receptor de riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación		Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones a implementar
Para dicho escenario se presentan las posibilidades de que pueda desarrollarse dentro de las instalaciones de la planta de distribución como durante la distribución y venta mediante auto-tanque fuera de las instalaciones a los usuarios finales, por lo que los daños presentados a continuación solo corresponderán a si el evento simulado se presenta en las instalaciones.						
	Sobrepresión	Alto Riesgo por daño a equipos 10 – 3.0 psi	19.37 m 39.54 m	Las estructuras e instalaciones que resultan afectadas dentro de un radio de afectación de 19.37 m , donde se encuentran equipos y áreas como el estacionamiento de auto-tanques donde se prevé que las afectaciones sean la demolición total y daños irreversibles en estructuras, recipiente horizontal a presión con daño total y el 100% de daño sobre el equipo de la planta. En un radio de 39.54 m se encuentran equipos y áreas donde se hallan las instalaciones y equipos como: cuarto de máquinas del sistema contra incendio en donde se prevé la destrucción de muros de concreto no reforzado o de block pre quemado y un 50% de daño a equipos de proceso.		
		Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	90.25 m	Dentro de un radio de 90.25 m donde se encuentran las instalaciones de Sistema Contra Incendio donde se prevé que se deformen paneles de aluminio o acero, así como paneles de madera elevados.		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	153.42 m	Dentro de un radio de 153.42 m , no se hallan instalaciones propias de la planta que pudieran verse afectadas.		
Población	Radiación	Alto Riesgo 5.0 kW/m ²	31.05 m	Dentro de un radio de 31.05 m se prevén afectaciones por umbral de dolor, el cual se alcanza después de 20 segundos de exposición. Asimismo, después de 40 segundos de exposición, se presentan quemaduras de segundo grado, no se hallan elementos de población que pudieran verse afectados en caso de que el evento se presentará dentro de las instalaciones de la planta.		
		Amortiguamiento 1.4 kW/m	57.69 m	Dentro de un radio de 57.69 m no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado en caso de que el evento se presentará dentro de las instalaciones de la planta.		
	Sobrepresión	Alto Riesgo ≥ 1.0 psi	90.25 m	Dentro de un radio de 90.25 m , no se encuentra elemento de población que pudiera verse afectado en caso de que el evento se presentará dentro de las instalaciones de la planta.		
		Amortiguamiento $\geq 0.5 < 1.0$ psi	153.42 m	Dentro de un radio de 153.42 m , se prevé daño menor a la estructura de casas, dentro de este radio no se encuentra elementos		



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

VII.1.1 CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Una vez analizado el alcance de cada uno de los escenarios planteados correspondientes a fugas de gas l.p. en determinados equipos, los cuales podrían causar incendios e incluso explosiones y, de conformidad con los parámetros establecidos de radiación y sobrepresión, se concluye que, de los 13 escenarios con sus correspondientes posibilidades de incendio derivadas en *llamaradas, dardos de fuego, explosión de nubes de vapor inflamables no confinadas, bleves de los recipientes de almacenamiento y explosión equivalente de trinitrotolueno* y dadas las actividades desarrolladas tanto en el interior (*actividades de trasiego de gas l.p.*), como en el exterior (*entrega final de gas l.p. al usuario*) de la planta de distribución, se determinó que la magnitud de los radios de los eventos 002, 005, 006, 007, 008.1, 010, 013, por afectación de radiación térmica quedan comprendidos dentro de las instalaciones de la planta y el predio total correspondiente a la empresa. De la misma forma, el alcance de los radios por sobrepresión de los eventos 001, 003, 004, 008 quedan de igual manera comprendidos dentro del área de las instalaciones de la planta y el predio total de la empresa, lo que se traduciría a descartar la afectación a elementos de población y/o instalaciones de terceros y los efectos por daño al personal, instalaciones y el medio ambiente persisten y se evalúan conforme a los niveles de incidencia sobre cada uno de los elementos.

Al mismo tiempo los eventos 002, 005, y 007, conllevan alcances que sobrepasan los límites de la planta y que en la mayoría de casos la instalación que podría verse afectada podría ser la identificada bodega de almacenamiento de maquinaria “El Caporal”, en la cual se constató no alberga a población de forma permanente en el interior de sus instalaciones y que en su interior solo se utiliza como bodega de almacenamiento de maquinaria. Por lo que la incidencia de los efectos por radiación térmica y/o sobrepresión sobre esta instalación dependerán de la magnitud de los radios de los eventos desarrollados.

Por otro lado, los eventos desarrollados 003 y 004 correspondientes a la bleva del semirremolque y recipiente de almacenamiento dentro de las instalaciones de la planta, tienen radios con un alcance considerable por afectación de radiación térmica, sin embargo, dado que el nivel de radiación térmica sobre cualquier receptor es inversamente proporcional a la distancia, y que, al aumentar esta, los efectos sobre los elementos identificados son menores. El evento 004 “bleve de un recipiente de almacenamiento de 250,000 litros” el cuál se determinó es el de mayor alcance por su magnitud se describe lo siguiente:

Dentro de la zona de alto riesgo por daños a equipos es decir dentro de un nivel de radiación de **37.5 kw/m²** donde se alcanza una distancia de **246.10 m**, además de las áreas de operación propias de la planta, se encuentra la denominada “Bodega de almacenamiento de maquinaria – El Caporal”, a una distancia aproximada de 50 m medidos desde la tangente del recipiente de almacenamiento, donde las afectaciones que se podrían tener son principalmente por daño a equipos, puesto que se prevé el colapso de estructuras, severos daños a recipientes de almacenamiento, la maquinaria que alberga en dicha instalación es de tipo agrícola.

A un nivel de radiación de **12.50 kw/m²** que comprende hasta una distancia de **501.18 m**, se encuentra el denominado “Rancho Blanco”, donde se prevén quemaduras de hasta 2do. grado en piel desnuda, sin embargo, de acuerdo con la búsqueda del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2016), no se hallan habitantes de forma permanente en dicho lugar. Mientras que hasta un nivel de **5.00 kw/m²** se encuentra el Rancho “El Lucero de Don Rodolfo”, el cual se encuentra a una distancia de **606.78 m** aproximadamente y medidos desde el origen



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

del evento, la radiación equivalente incidente sobre dicho rancho es de **7.17 kw/m²** donde se podrían presentar quemaduras de 1er grado en piel desnuda, y bajo una prolongación continua, y hasta la formación de ampollas, sin embargo, dada la duración de la bola de fuego equivalente a **18.2 segundos**, así como su diámetro de **284.77 m**, esta afectación podría descartarse, dicho lugar cuenta con 3 habitantes reportados en el Inventario Nacional de Viviendas – Espacios y datos de México. Además, se halla la Planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Madera (donde no se alberga población) a una distancia de **795.42 m**, y con una radiación equivalente a **4.44 kw/m²** donde se prevé que a este nivel de radiación térmica se pueda causar daño a la población, dentro de estos niveles de radiación y de acuerdo con la bibliografía “daños ocasionados en caso de incendio de acuerdo a la intensidad (Less, 1991)”, se podrían esperar daños a las personas que no estén protegidas por lo menos en 20 segundos, y las cuales podrían llegar a sufrir quemaduras de primer grado si no hay protección en la piel

En la zona de amortiguamiento correspondiente a 1.4 kw/m², que abarca una distancia de hasta **1524.34 m**, se halla comprendido entre una distancia desde **606.78 m** hasta **1524.34 m** los siguientes lugares: el Aserradero, el Rastro, el Monasterio, Materiales del Noroeste, El Saucito y una casa perteneciente a Cd. Madera donde no se prevén graves afectaciones puesto que el flujo térmico comprendido entre un nivel de radiación de que va desde los 5.0 kw/m² hasta 1.4 kw/m² y que, dentro de las afectaciones, abarca desde dolor después de 20 segundos de exposición continua y la factibilidad de la formación de ampollas, asimismo las casas pueden quedar parcialmente demolidas, sin embargo se considera que dichos niveles de radiación son los máximos a los que se puede someter al ser humano sin daños graves debidos a exposiciones prolongadas.

Por otro lado, los efectos por sobrepresión de dichos escenarios calculados con el método de cuantificación de la energía liberada en explosiones basado en la “Equivalencia de trinitrotolueno (TNT)” quedan comprendidos dentro de las instalaciones de la planta y el predio total perteneciente a la empresa, donde se podría esperar daño severo a equipos de proceso y tubería dañada, así como la posibilidad de daños a cimientos y a infraestructura de acero.

Finalmente se consideraron los eventos **008,009, 010, 011, 012 y 013** los cuales pueden ocurrir durante la operación de trasiego dentro de las instalaciones de la planta, como durante la distribución de gas l.p. y conexión al usuario final. Bajo este contexto las afectaciones generadas en caso de la ocurrencia de alguno de los eventos por radiación térmica y sobrepresión variarán dependiendo de la capacidad del auto-tanque y/o vehículo de reparto, así como de las características de la población, calidad paisajística e instalaciones halladas en las rutas de distribución contempladas por la planta, las cuales son:

Tabla VII. 1: Enlistado de rutas zona Madera

Día	Localidad	Colonia	Unidad
Miércoles	Gómez Farías	Gómez Farías 1, Chi (Poblado)	90 Y 137 Pipas
Jueves	Ej. El Largo	Cp. 31956 Chihuahua (Poblado)	90 Y 137 Pipas
Según Cliente	Madera	Campamento Huapoca Cp. 31957	129 Pipa
Lunes O Miércoles	Zaragoza	Cp. 31920 Poblado	90 Y 137 Pipas
Viernes	Ruta Santo Tomas	Cp. 31683 Chih (Poblado), Abarca Localidades Como: Yepomera, Los Leones, La Concha, Temosachic, Matachi.	308 Cilindrera 90 Y 137 Pipas



	GAS EL SOBRANTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Día	Localidad	Colonia	Unidad
Según Cliente	Cocomorachi Chih.	Cp. 31986 Chih	308 Cilindrera
Según Cliente	Nicolás Bravo Chih.	Cp. 31955, Chih.	308 Cilindrera
De Lunes A Sábado	Madera Chih.	Cd. Madera Chihuahua (Poblado)	129 Pipa 342 Cilindrera

Tabla VII. 2: Estaciones suministradas en zona

Día	Localidad	Nombre Estación	Dirección	Unidad
Martes Y Sábado	Madera Chihuahua	Carburación Centro	Calle Internacional Y Séptima S/N, Col. Internacional	90 Y 137 Pipas
Martes Y Sábado	Madera Chihuahua	Carburación Norte	Calle 5 Y Félix U. Gómez En Esquina. Col. Centro	90 Y 137 Pipas

Conviene subrayar que los eventos propuestos son supuestos de una secuencia de fallas que detonan y dan lugar a la ocurrencia de un accidente. Dado que dichos escenarios hipotéticos pueden ocurrir tanto en el interior de la planta como en la distribución y venta de gas l.p, la Planta de Distribución de Gas l.p. Cd. Madera, Chihuahua perteneciente a Gas El Sobrante, S.A. de C.V. el cual cuenta con la póliza de seguro por responsabilidad civil no. 30051844 30049536 expedida por Seguros Inbursa, S.A. con vigencia hasta el 19 de junio del 2024.

En el anexo E “Documentos técnicos”, se adjunta la póliza de seguro por responsabilidad civil no. 30051844 30049536.

En cuanto a componentes ambientales que pudieran verse afectados, se tienen los elementos de la atmósfera, agua, suelo, flora y fauna que a su vez se estudian tanto en el interior como en el exterior. Durante la visita de campo realizada a las instalaciones se pudieron identificar las siguientes especies de flora al interior de la planta:

Pasto o zacate (*Brachiaria sp*), destacado que no se enlista en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Asimismo, para los radios de afectación cuyo alcance rebasan los límites de la planta de distribución, en el municipio no se localizan especies de Pinus o Quercus, únicamente se localizan terrenos con actividades agrícolas, mismo que se puede corroborar con la consulta de la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (2010), el cual corresponde a *Agricultura de Temporal*.

Ahora bien, dentro del rubro de la fauna dentro de las instalaciones solo se pudo detectar las especies de aves como: Gorrión (*Passer domesticus*), Tórtolas (*Columbina inca*), Cenzontle (*Mimus sp.*), Golondrina (*Hirundo rustica*), sin embargo, dada la naturaleza del desarrollo de las actividades no se prevé afectación a estas especies. Asimismo, se recurrió a la información bibliográfica para determinar las especies potenciales que podrían encontrarse en la zona aledaña a la Planta de Distribución las cuales podrían ser:



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

- Mamíferos: La nutria *Lutra longicaudis annectens*, el lince *Lynx rufus*, el venado bura *Odocoileus hemionus*, el puma *Puma concolor*, el jabalí *Pecari tajacu*, el oso *Ursus americanus*.
- Aves: *Anas acuta*, *A. discors*, águila real *Aquila chrysaetos*, guacamaya verde *Ara militaris*, *Aythya affinis*, *Campephilus imperialis*, *Euptilotis neoxenus*, *Larus heermanni*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Strix occidentalis*.



VII.2 INTERACCIONES DE RIESGO.

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.

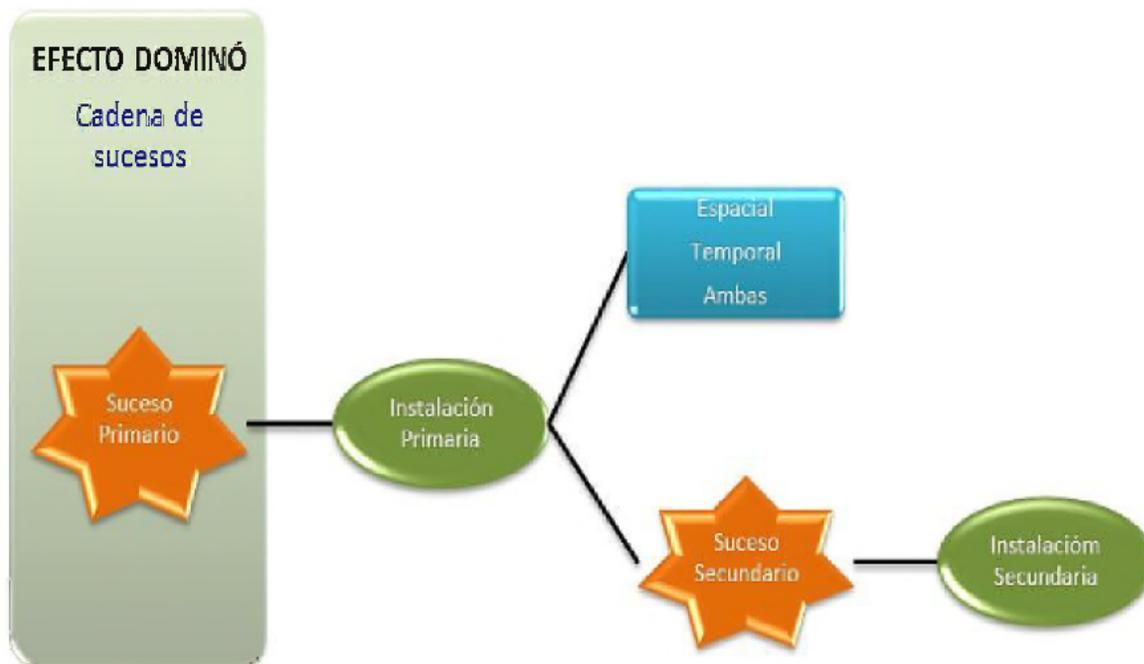


Figura VII. 1: Esquematización del desarrollo del efecto dominó

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

En (Reiners and Cozzani. 2013) se identifican algunos elementos necesarios para que tenga lugar el efecto dominó, se describen en la siguiente tabla:

Tabla VII. 3: Identificación de los elementos necesarios para que tenga lugar el efecto dominó

ELEMENTO	DEFINICIÓN
Escenario primario	Escenario donde el accidente primario inicia un efecto dominó, propagándose e intensificándose al afectar otras unidades de proceso o almacenamiento desencadenando uno o varios escenarios de accidentes secundarios.
Escenario secundario.	Escenario donde el accidente es causado por el impacto de al menos uno de los vectores de escalación generados por el accidente primario.
Propagación.	En un efecto dominó interno la propagación tiene lugar dentro de la misma unidad o grupo de equipos. En un efecto dominó externo, la propagación indica la implicación de otras unidades o grupos de equipos que se localizan fuera de las fronteras de la instalación donde se provocó el accidente primario.
Intensificación.	La intensificación de las consecuencias de un evento no deseado.
Vector de escalación o intensificación.	Efectos físicos (radiación térmica, sobrepresión y/o proyección de fragmentos) generados por el evento primario.

Considerando que el evento dominó es aquel que incrementa las consecuencias del evento primario o iniciador, así también como aquel que incrementan la frecuencia que ocurra un accidente en el unidad objetivo o blanco, en este apartado se presenta de manera cualitativa las posibles interacciones de riesgo o efectos dominó que pudieran presentarse con otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones que se encuentran dentro de las Zonas de Alto Riesgo.

Es importante mencionar que de acuerdo a varios autores (Genserik y Cozzani, 2013), el efecto dominó que se han presentado en la industria lo han hecho en su mayoría en instalaciones fijas siendo así un 80 % del total de los accidentes que involucran efecto dominó, mientras que el transporte involucraría sólo al 20 %. Siendo las actividades que aportan dentro de las instalaciones fijas el mayor porcentaje las de almacenamiento con un 25 % el almacenamiento y las unidades de proceso con un 28 %, mientras que las actividades de carga y descarga aportan un 13.3 % del total. También dichos autores señalan la distribución a través de los sistemas de transporte teniendo lo siguiente: 40 % carretera, 39 % vía de ferrocarril, 13 % barco y 8 % tubería. Genserik y Cozzani resumen las causas que han iniciado eventos dominó de la siguiente manera:

Tabla VII. 4: Principales causas de iniciación de un efecto dominó

Causa	No. de eventos	%
Eventos externos.	69	30.7
Falla mecánica.	65	28.9
Factor humano.	47	20.9
Fallo por impacto.	40	17.8
Reacción violenta.	21	9.3
Falla de instrumentos.	8	3.6
Proceso fuera de condiciones.	5	2.2
Falla en los servicios.	3	1.3

La secuencia de eventos dominó más frecuentes es la siguientes: Explosión → fuego (27.6 %); Fuego → explosión (27.5 %) y Fuego → fuego (17.8)



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Además, cabe señalar que de los equipos donde la mayoría de los eventos dominó se derivan son los recipientes presurizados, siendo el 30% de los causantes de los eventos primarios. Los estudios realizados por (Cozzani et al., 2006) y (Abdolhamidzadeh et al., 2010) revelaron que el no considerar el Efecto Dominó en el análisis de consecuencias conlleva a que el riesgo no sea evaluado en su magnitud real. Todo lo cual justifica que, en la actualidad, ninguna valoración de riesgo puede ser considerada completa sin incluir el análisis del Efecto Domino (Reniers and Cozzani, 2013).

De acuerdo al análisis de consecuencias de los eventos de riesgo identificados a través de la metodología “What if?” y jerarquizados mediante la matriz de riesgos presentada, los **EVENTOS PRIMARIOS** derivan de **fugas**, las cuales dan lugar, dependiendo de las condiciones y de la cercanía de las fuentes de ignición, a **dardos de fuego, explosiones de nubes de vapor y/o llamaradas**. De acuerdo a la literatura ya mencionada, se describen los efectos físicos que derivan de los eventos primarios y que fueron responsables de 100 accidentes dominó:

Tabla VII. 5: Efectos físicos provocados por eventos primarios (vectores de escalación de eventos)

Evento primario	Vectores de escalación			
	Eventos	Radiación térmica	Sobrepresión	Fragmentos
Explosión de nube de vapor	17	0	16	1
Dardo de fuego	8	8	0	0
Llamarada	0	0	0	0

De acuerdo a la **tabla VII.5**, para las explosiones de nubes de vapor se considerarán los efectos por sobrepresión, para el dardo de fuego la radiación térmica y el impacto de fuego; mientras que para las llamaradas no se considera la posibilidad de escalación debido a su corta duración, 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.

Es importante considerar que los **efectos físicos de la onda de sobrepresión y radiación térmica van disminuyendo conforme aumenta la distancia**, por lo que, el impacto que una persona o estructura puede recibir, dependerá de la distancia a la cual se encuentre del origen del evento y del apantallamiento (bardas, árboles, edificios, etc.) que a su paso se encuentren.

En este sentido, de acuerdo con el análisis de consecuencias de los eventos identificados, los efectos derivados de la ocurrencia de eventos primarios que derivan en dardos de fuego y/o explosiones de nubes de vapor no confinadas correspondientes a 37.5 y 12.5 kW/m², así como a 10.0 y 3.0 psi, son proclives a desencadenar un evento secundario, una vez que la exposición de equipos de proceso y recipientes de almacenamiento tanto presurizados como atmosféricos a estas dosis de radiación y sobrepresión causará daño en dichos elementos. Cabe mencionar que a 5.0 kW/m² no se registran daños sobre materiales o equipos de proceso. En tanto que a 1.0 psi de presión se prevé la demolición parcial de estructuras y fallas en conexiones.

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Tabla VII. 6: Zonas de alto riesgo por daño a equipos

Radiación térmica ¹		Sobrepresión ²	
37.5 kW/m ²	12.5 kW/m ²	10.0 psi	3.0 psi
Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras.	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plásticos en cables eléctricos, daños severos a equipos de instrumentación	100% de daño sobre maquinaria pesada y equipo de la planta	50% de daño sobre equipo de proceso

Tabla VII. 7: Zona de alto riesgo

Radiación térmica ¹	Sobrepresión ²
5.0 kW/m ²	1.0 psi
ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 seg. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.	Falla en conexiones. Demolición parcial de casas, éstas quedan inhabitables

De manera particular, dichos valores pueden ser encontrados en las inmediaciones de los eventos primarios, por lo que evidentemente las instalaciones y equipos principalmente dañados serían aquellos ubicados en las áreas que integran la planta de distribución de gas l.p., tales como: área de almacenamiento, toma de recepción de semirremolque, tomas de suministro, y muelle de llenado de recipientes transportables. En este caso las posibles interacciones de riesgo serían a causa de la alta radiación emitida por los dardos de fuego, lo que se traduce en debilitamiento de los materiales, calentamiento de recipientes que contienen gas licuado e incendios secundarios. En tanto que las ondas de sobrepresión derivan principalmente en fracturas de recipientes, conexiones y tuberías presurizadas, fallas de equipos e instrumentos.

Sin embargo, aun cuando existe posibilidad de interacciones de riesgo entre las propias áreas de la planta, dentro del presente estudio se presentaron y evaluaron eventos en cada una de ellas, es decir, los efectos de un evento podrían resultar en cualquiera de los restantes eventos evaluados en el presente estudio, no obstante, la concatenación de eventos resultaría en una mayor área de afectación.

Es importante mencionar que, dentro de la descripción de escenarios, la BLEVE del semirremolque es una interacción (escenario 003), una vez que esta deriva de un evento primario (escenario 002), el cual está relacionado con la formación de un dardo de fuego debido a la pronta ignición de la emisión continua de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque, y que incide en la parte baja de este, lo que hará que aumente la presión interna dentro del recipiente debido a la radiación térmica recibida, y cuando la presión alcance cierto valor, entrará en funcionamiento la válvula de seguridad, sin embargo, con el funcionamiento de esta el nivel

¹ Fuentes: Buettner, K., "Efectos del frío y calor extremos sobre la piel humana, II. Temperatura superficial, dolor y conductividad de calor en experimentos con calor radiante", Fis. Ap. Vol. 3. P. 703, 1951.

Metha, A.K., et al., "Medición de la inflamabilidad y potencial de combustión de tejidos", Reporte sumario a la Fundación Nacional de la Ciencia bajo concesión #GI-31881, Laboratorio de investigación de combustibles, MIT, Cambridge, Mass., 1973.

² Fuentes: Genserik Renier & Valerio Cozzani; Domino Effects in the process industries. Ed. Elsevier
Lees, F.P.; Prevención de pérdidas en industrias de procesos. Vol. 1. Butterworths, London and Boston, 1980

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

del líquido descenderá exponiendo una mayor área del tanque sin líquido a la radiación, lo que disminuirá su resistencia mecánica. Cuando la válvula de seguridad no pueda aliviar la presión creciente, seguirá aumentando la presión interna y la expansión de líquido a vapor proporciona la energía necesaria para romper el contenedor, provocando una BLEVE y a su vez la fragmentación del semirremolque que a su vez podría desencadenar la BLEVE del recipiente de almacenamiento.

Cabe mencionar que la ocurrencia de la BLEVE del semirremolque se desarrolla en el supuesto de que ninguna medida mitigante funcione, situación sobrestimada, por lo que tiene una probabilidad de ocurrencia muy baja, sin embargo, este evento se considera para predecir un daño máximo representativo.

Como resultado de la BLEVE del recipiente de almacenamiento se tendrán ondas de sobrepresión, proyección de fragmentos y radiación térmica. 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, aportándole mayor importancia a aquellas consecuencias que devengan en daños a unidades de proceso o recipientes que almacenen alguna sustancia química peligrosa.

Asimismo, de acuerdo a lo señalado con Cozzani et al., 2007 existe riesgo de escalación para recipientes atmosféricos a partir de una presión de 22 kPa (3.19 psi) y para recipientes presurizados a partir de una presión de 20 kPa (2.9 psi). Además, a partir de 7 kPa (1.01 psi) existe la posibilidad de falla en conexiones. Por lo que, considerando dichos argumentos, y en vista de que no se halla ningún otro recipiente presurizado se descarta la posibilidad de escalación con alguna instalación externa a la planta de distribución.

Dentro de las zonas de alto riesgo por los efectos de sobrepresión y radiación térmica producto de la BLEVE del recipiente de almacenamiento de gas l.p., evento definido como el Peor Caso, no se ubican equipos, ductos u otras Instalaciones industriales ajenas a las instalaciones que manejen hidrocarburos u otras sustancias peligrosas, por lo que se descarta un efecto dominó.

Si bien, dentro de las zonas de alto riesgo por los efectos de sobrepresión y radiación térmica producto de la BLEVE de los recipientes de almacenamiento de gas l.p. se ubican equipos de la misma planta, estos podrían verse afectados por la alta radiación emitida por la bola de fuego, que se traduciría en debilitamiento de los materiales. En cuanto a los efectos de las ondas de sobrepresión, derivarían principalmente en fracturas de conexiones y tuberías presurizadas, fallas de equipos e instrumentos. No obstante, aun cuando existe posibilidad de interacciones de riesgo con otras áreas de la planta, dentro del presente estudio se presentaron y evaluaron eventos en cada una de las áreas que conforman la planta de distribución de GLP, es decir, los efectos de un evento podrían resultar en cualquiera de los restantes eventos evaluados en el presente estudio, no obstante, la concatenación de eventos resultaría en una mayor área de afectación.





Figura VII. 2: Máximo diámetro de la bola de fuego originada por la Bleva del recipiente



1. Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Corporal", 2. Rancho Blanco, 3. El Lucero de Don Rodolfo

Figura VII. 3: Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos por radiación térmica originada por la bola de fuego producto de la Bleva del recipiente de almacenamiento



1. Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Caporal", 2. Rancho Blanco, 3. El Lucera de Don Rodolfo, 4. Planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Madera.

Figura VII. 4: Zona de alto riesgo por radiación originada por la bola de fuego, producto de la Bleva de los recipientes de almacenamiento.



Figura VII. 5: Zona de alto riesgo por daño a equipo a la onda de sobrepresión causada por la explosión de los recipientes de almacenamiento de la planta



Figura VII. 6: Zona de Alto Riesgo por onda de sobrepresión causada por la explosión de los recipientes de almacenamiento



Clave y descripción del escenario		ESENARIO 005. Fuga de gas l.p. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento.		Equipo/sitio de la Planta	Almacenamiento de gas l.p.
				Sustancia peligrosa involucrada	Gas licuado de petróleo
Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga.	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Alto Riesgo a equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	32.35 m	Infraestructura interna de las instalaciones:	2 válvulas multiport bridada marca Rego, modelo A88674G de 101 mm, con 4 válvulas de seguridad marca Rego, modelo A3149MG de 64 mm, cada una de estas válvulas cuentan con punto de ruptura, fecha de fabricación 3A17/3B17, presión de operación 24 bar. Sistema de aspersión: Cada recipiente cuenta con un sistema de rociadores distribuidos a lo largo de los mismos, 72 boquillas Spraying System modelo ½-HH-40 con un gasto de 29.50 LPM. Extintores: Se cuenta con 4 extintores de polvo químico seco del tipo manual clase ABC de 9 kg. Hidrantes: Se cuenta con 4 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables. Cada hidrante tiene un gasto de 350 LPM con manguera de longitud de 30m.	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de los procedimientos. Verificar que el tubo de desfogue conectado a la válvula de seguridad cuente con capuchón protector. Verificar que las válvulas de seguridad no presenten: ✓ Partículas foráneas que puedan impedir el correcto funcionamiento de la válvula. ✓ Deterioro o corrosión en el resorte de la válvula. ✓ Daño físico. ✓ Fuga en el asiento o en la conexión del recipiente. ✓ Corrosión.
			Compresor 1		
	Tomas de recepción de semirremolques	11.26 m			
	Zona de almacenamiento	0.00 m			
Radiación (37.5 – 12.5 kw/m ²)	17.18 m	66.02 m	Infraestructura interna de las instalaciones:	Además, se cuenta con alarma audible y visible, Paro de emergencia y equipo de protección personal contra incendio y brigadas contra incendio.	
			Sistema contra incendio		46.80 m
			Oficinas		57.47 m
			Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Corporal"		50.41 m
Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	150.71 m	No hay infraestructura		
			Radiación (5 kw/m ²)	46.91 m	Infraestructura interna de las instalaciones
	Sistema contra incendio				

Clave y descripción del escenario		ESENARIO 006 Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque.		Equipo/sitio de la Planta	Suministro de gas l.p. a auto-tanques
				Sustancia peligrosa involucrada	Gas licuado de petróleo
Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga.	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Alto Riesgo a equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	18.24 m	Infraestructura interna de las instalaciones:	Toma de suministro de gas l.p. a auto tanques	Los choferes de los auto-tanques deben apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos
			Zona de almacenamiento	Salvaguardas tipo preventivo:	
			Suministro de auto-tanques		
			Bombas 1 y 2		





Clave y descripción del escenario		ESCENARIO 006 Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque.		Equipo/sitio de la Planta Sustancia peligrosa involucrada	Suministro de gas l.p. a auto-tanques Gas licuado de petróleo
Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga.	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
	Radiación (37.5 – 12.5 kw/m ²)	46.62 m	<p>Muelle de llenado 11.48 m</p> <p>Infraestructura interna de las instalaciones:</p> <p>Compresor 1 37.06 m Tomas de recepción de semirremolques 32.26 m Sistema contra incendio 35.35 m</p>	<ul style="list-style-type: none"> Programa de mantenimiento preventivo de la planta de distribución de gas l.p. para el año 2023. <p>Salvaguardas de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> Punta de llenado con válvula de cierre rápido. Manómetro Válvula de globo recta <p>Salvaguardas de mitigación</p> <ul style="list-style-type: none"> Válvulas Pull Away Válvula de corte, con actuador neumático Válvula de alivio de presión hidrostática de 13 mm de diámetro. Válvulas de exceso de flujo 	<p>deben apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración.</p> <p>El procedimiento de operación de suministro a auto-tanques debe cumplir al menos con las siguientes instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Estacionar el auto-tanque en el lugar definido para el trasiego; ➤ Apagar el motor del auto-tanque; ➤ Accionar el freno; ➤ Desconectar el sistema eléctrico; ➤ Calzar las ruedas; ➤ Conectar a tierra el auto-tanque; ➤ Verificar el nivel del recipiente para evitar que sea llenado en exceso; ➤ Inspeccionar visualmente para confirmar que no hay evidencias de fugas; ➤ Inspeccionar el estado físico de la manguera de trasiego; ➤ Movimientos para la conexión de válvulas; ➤ Uso del acoplamiento de llenado o Acoplamiento de Llenado de Desconexión Seca, en caso de aplicar, para el suministro al auto-tanque; ➤ Arranque y parada de la bomba de trasiego, y ➤ Supervisión durante el suministro a auto-tanques.
		10.15 m	<p>Infraestructura interna de las instalaciones:</p> <p>Zona de almacenamiento 8.60 m Suministro de auto-tanques 0.00 m Bombas 1 y 2 4.11 m</p>		
		17.20 m	<p>Infraestructura interna de las instalaciones:</p> <p>Muelle de llenado 11.48 m</p>		
Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	84.97 m	<p>Infraestructura interna de las instalaciones:</p> <p>Oficinas 52.37 m Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Corporal" 60.79 m</p>	<p>Extintores: Se cuenta con 2 extintores de polvo químico seco del tipo manual clase ABC de 9 kg. Hidrantes: Se cuenta con 3 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables. Cada hidrante tiene un gasto de 350 LPM y longitud de 30 m el alcance del chorro de agua es de 15 m de trabajo de 5 kg/cm².</p> <p>Además, se cuenta con alarma audible y visible, y equipo de protección personal contra incendio y brigadas contra incendio.</p>	
	Radiación (5 kw/m ²)	26.67 m	No hay infraestructura		



Clave y descripción del escenario	ESCENARIO 007. Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por la cavitación la misma.		Equipo/sitio de la Planta	Suministro de gas l.p. a auto-tanques	
			Sustancia peligrosa involucrada	Gas licuado de petróleo	
Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga.	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Alto Riesgo a equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	32.35 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Tomas de recepción de semirremolques 32.26 m Zona de almacenamiento 8.60 m Suministro de auto-tanques 0.00 m Bombas 1 y 2 4.11 m Muelle de llenado 11.48 m	Sistemas de control <ul style="list-style-type: none"> Indicador de flujo tipo de mirilla, Filtro Sistemas de seguridad <ul style="list-style-type: none"> Conexión a tierra Válvula bola Válvula de relevo hidrostático Válvula de globo Válvula de control automático Cople flexible Válvula bypass 	Las bombas se deben mantener perfectamente anclados, libres de vibraciones. El filtro debe ser limpiado y purgado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido a la bomba. La frecuencia dependerá de la aplicación y de las condiciones de funcionamiento y de la recomendación del fabricante. Se debe contar con una inspección visual y de fugas anual a las conexiones roscadas, bridadas o soldadas del sistema de tuberías.
		66.02 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor 1 37.06 m Sistema contra incendio 35.35 m Oficinas 52.37 m Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Corporal" 60.79 m		
	3.76 m	Suministro de gas l.p. a auto - tanques 0.00 m			
	6.36 m	Bombas 1 y 2 4.11 m			
Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	150.71 m	No hay infraestructura	Hidrantes: Se cuenta con 3 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables. Cada hidrante tiene un gasto de 350 LPM con manguera de longitud de 30 m. Además, se cuenta con: Alarmas audibles y visibles, Procedimientos y brigadas de emergencia.	
	Radiación (5 kw/m²)	9.87 m	Infraestructura interna de las instalaciones Zona de almacenamiento 8.60 m Suministro de auto-tanques 0.00 m Bombas 1 y 2 4.11 m		





Clave y descripción del escenario		ESCENARIO 008. Fuga de gas l.p. debido al desfonde de un recipiente transportable.			Equipo/sitio de la Planta	Llenado de recipientes transportables
					Sustancia peligrosa involucrada	Gas licuado de petróleo
Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga.	Descripción de las salvaguardas existentes		Recomendaciones para implementar
Alto Riesgo a equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	11.98 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Zona de almacenamiento 8.61 m Suministro de auto-tanques 9.30 m Bombas 1 y 2 9.00 m Muelle de llenado 0.00 m	Extintores: Se cuenta con 4 extintores de polvo químico seco del tipo manual clase ABC de 9 kg. Hidrantes: Se cuenta con 3 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables. Cada hidrante tiene un gasto de 350 LPM con manguera de longitud de 30m.	Los recipientes transportables para Gas L.P. fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados de servicio e inutilizados.	
		24.45 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Oficinas 24.08 m			
Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	55.80 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor 1 38.83 m Tomas de recepción de semirremolques 35.60 m Sistema contra incendio 49.12 m Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Corporal" 45.55 m	Además, se cuenta con alarma audible y visible, y equipo de protección personal contra incendio y brigadas contra incendio.		

Clave y descripción del escenario		ESCENARIO 010 Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto - tanque.			Equipo/sitio de la Planta	Auto-tanque
					Sustancia peligrosa involucrada	Gas licuado de petróleo
Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga.	Descripción de las salvaguardas existentes		Recomendaciones para implementar
Alto Riesgo a equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	21.75 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Zona de almacenamiento 8.61 m Suministro de auto-tanques 9.30 m Bombas 1 y 2 9.00 m Muelle de llenado 0.00 m	Extintores: Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg.	Evaluar el conocimiento de los operadores en temas de: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Las acciones para prevenir Incidentes o Accidentes en la ruta de distribución ➤ La conducción de Unidades para distribución de Gas Licuado de Petróleo (incluir manejo a la defensiva) ➤ Información de emergencias durante el 	
		44.38 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor 1 38.83 m Tomas de recepción de semirremolques 35.60 m Oficinas 24.08 m			
	Radiación (37.5 – 12.5 kw/m ²)	7.29 m	Muelle de llenado 0.00 m			
		12.35 m	Zona de almacenamiento 8.61 m Suministro de auto-tanques 9.30 m Bombas 1 y 2 9.00 m			





Clave y descripción del escenario		ESCENARIO 010 Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto - tanque.		Equipo/sitio de la Planta	Auto-tanque	
Tipo de zona		Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga.	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	101.31 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor 1 38.83 m Tomas de recepción de semirremolques 35.60 m Zona de almacenamiento 8.61 m Suministro de auto-tanques 9.30 m Bombas 1 y 2 9.00 m Muelle de llenado 0.00 m Sistema contra incendio 49.12 m Oficinas 24.08 m Bodega de almacenamiento de maquinaria "El Corporal" 45.55 m Carretera Chihuahua – Cd. Madera 83.15 m	Descripción de las salvaguardas existentes: Válvula de seguridad. Extintores: Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg. En el área de estacionamiento se cuenta con 4 extintores tipo ABC. Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular.	transporte de sustancias peligrosas ➤ Protocolo de Respuesta a Emergencias	
	Radiación (5 kw/m ²)	19.16 m	Infraestructura interna de las instalaciones Compresor I 17.98 m			

Clave y descripción del escenario		ESCENARIO 013. Desfogue de la válvula interna del auto-tanque, dado el incremento de presión y temperatura interna por una fuente de ignición externa.		Equipo/sitio de la Planta	Recipiente no transportable	
Tipo de zona		Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga.	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
Alto Riesgo a equipos	Sobrepresión (10 – 3 psi)	19.37 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Sistema contra incendio 10.68 m No hay infraestructura	Descripción de las salvaguardas existentes: Válvula de seguridad. Extintores: Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg. En el área de estacionamiento se cuenta con 4 extintores tipo ABC. Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular.	Efectuar simulacros para evaluar el conocimiento de los procedimientos seguros de llenado de auto-tanques. Verificar periódicamente que la válvula de seguridad se encuentre libre de residuos de los auto-tanques.	
	Radiación (37.5 – 12.5 kw/m ²)	10.74 m	Sistema contra incendio 10.68 m No hay infraestructura			
Alto Riesgo	Sobrepresión (1 psi)	90.25 m	Infraestructura interna de las instalaciones: Compresor 1 60.22 m Tomas de recepción de semirremolques 57.1 m Zona de almacenamiento 44.51 m Suministro de auto - tanques 44.95 m Bombas 1 y 2 52.92 m			





Clave y descripción del escenario	ESENARIO 013. Desfogue de la válvula interna del auto-tanque, dado el incremento de presión y temperatura interna por una fuente de ignición externa.	Equipo/sitio de la Planta	Recipiente no transportable		
		Sustancia peligrosa involucrada	Gas licuado de petróleo		
Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de afectación	Equipos o instalaciones industriales presentes en el radio de afectación y distancias de los equipos o instalaciones industriales al punto de fuga.	Descripción de las salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			Muelle de llenado 60.32 m Oficinas 89.53 m		
	Radiación (5 kw/m ²)	31.05 m	No hay infraestructura		



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

**INSTALACIONES EN OPERACIÓN
(ARSH)**

CAPÍTULO VIII

REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS



GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de
Distribución

Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

VIII.1 REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS

Para llevar a cabo el reposicionamiento de los escenarios identificados en capítulo V. sección V.1.3 *“Identificación de peligros y escenarios de riesgo”*, y jerarquizados en la sección V.1.4 *“Jerarquización de escenarios de riesgo”* se tomará en cuenta lo siguiente con la finalidad de confirmar los valores de frecuencia (probabilidad) y consecuencias (severidad):

1. Los escenarios evaluados con el análisis de frecuencias (árbol de fallas) en el capítulo V. del presente estudio de riesgo, se confirmará o rectificar los valores de frecuencias.
2. Para los escenarios considerados en el apartado V.2.2 “Análisis de Consecuencias” del capítulo V. se tomará en cuenta los resultados obtenidos del Capítulo VII “Análisis de Vulnerabilidad e interacciones de riesgo” con la finalidad de confirmar o rectificar los valores de consecuencias.
3. Finalmente se considerarán las medidas de reducción de riesgos, para poder determinar el riesgo residual del proyecto.



VIII.1.1. RESULTADOS DERIVADOS DEL REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS.

Clave del esc.	Identificación del subsistema	Descripción de escenario	Salvaguarda	Análisis Cualitativo							Análisis Cuantitativo										
				FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI	FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI
001 1.1.1	Subsistema 1.1 Recepción de semirremolques.	ESCENARIO 001. Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. al tanque de almacenamiento	<p>Salvaguardas tipo preventivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa de mantenimiento preventivo de la planta de distribución de gas l.p. para el año 2023. Pinzas especiales tipo caimán para conexión a "tierra" de los transportes al momento de efectuar el trasiego del Gas L.P. <p>Salvaguardas de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> Punto de llenado con válvula de cierre rápido Válvula de alivio hidrostático Válvulas manuales de globo recta Válvula de control remoto tipo neumática Indicador de flujo tipo mirilla de cristal, con función de retroceso. <p>Salvaguardas de mitigación</p> <ul style="list-style-type: none"> Válvulas Pull Away Válvula de exceso de flujo marca Rego modelos A3292B y A3262C. Válvula de no retroceso marca Rego modelo A3176. 	3	3	C	3	C	3	C	2	C	3	2	C	2	C	2	C	1	D
002 1.1.2	Subsistema 1.1 Recepción de semirremolques.	ESCENARIO 002. Fuga de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque debido al desprendimiento de la manguera de líquido mientras el compresor sigue funcionando.	<p>Extintores: Se cuenta con tres extintores portátiles de polvo químico seco del tipo ABC con capacidad de 9 kg en el área de recepción de semirremolques.</p> <p>Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la Planta.</p> <p>Además, se cuenta con alarma audible y visible y equipo de protección personal contra incendio y brigadas contra incendio.</p>	2	6	B	4	C	3	C	3	C	2	4	C	2	D	2	D	2	D
003 1.1.3	Subsistema 1.1 Recepción de semirremolques	ESCENARIO 003. BLEVE del semirremolque.	<p>El semirremolque cuenta con una válvula de seguridad.</p> <p>Extintores: Se cuenta con un extintor portátil de polvo químico seco del tipo ABC con capacidad de 9 kg.</p> <p>Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente todas las áreas de la Planta.</p>	2	6	B	6	B	4	C	5	C	2	4	C	4	C	3	C	4	C



Clave del esc.	Identificación del subsistema	Descripción de escenario	Salvaguarda	Análisis Cualitativo								Análisis Cuantitativo									
				FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI	FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI
004 1.2.4	Subsistema 1.2 Almacenamiento de gas l.p.	ESCENARIO 004. Blevé del recipiente de almacenamiento de 250,000 litros debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo.	<p>Además, se cuenta con alarmas audibles y visibles, Paro de emergencia, Procedimientos y brigadas de emergencia.</p> <p>Sistema de aspersión: El recipiente cuenta con un sistema de rociadores distribuidos a lo largo de los mismos, 44 boquillas Spraying System tipo recto de 13 mm (1/2") y gasto de 29.50 LPM.</p> <p>Extintores: Se cuenta con 1 extintor de polvo químico seco del tipo manual clase ABC de 9 kg.</p> <p>Hidrantes: Se cuenta con 3 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables. Cada hidrante tiene un gasto de 350 LPM con manguera de longitud de 30m el alcance del chorro de agua es de 15 m.</p> <p>Además, se cuenta con alarma audible y visible, y equipo de protección personal contra incendio y brigadas contra incendio.</p>	2	6	B	6	B	6	B	6	B	2	5	C	5	C	5	C	5	C
005 1.2.5	Subsistema 1.2 Almacenamiento de gas l.p.	ESCENARIO 005. Fuga de gas l.p. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento.	<p>Dos válvulas, multiport bridadas marca Rego Modelo A8574G de 101 mm (4") de diámetro, cada una con cuatro válvulas de seguridad marca REGO modelo A3149MG de 64 mm (2 1/2") de diámetro, con capacidad de 294 m3/min, cada una cuenta con punto de fractura.</p> <p>Las válvulas de seguridad que se tienen instaladas en la parte superior del recipiente de almacenamiento cuenta con tubo de descarga de acero cédula 40 de 76 mm (3") de diámetro y de 2.00 m de altura.</p> <p>Sistema de aspersión: El recipiente cuenta con un sistema de rociadores distribuidos a lo largo de los mismos, 44 boquillas Spraying System tipo recto de 13 mm (1/2") y gasto de 29.50 LPM.</p> <p>Extintores: Se cuenta con 1 extintor de polvo químico seco del tipo manual clase ABC de 9 kg.</p> <p>Hidrantes: Se cuenta con 3 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables. Cada hidrante tiene un gasto de 350 LPM con manguera de longitud de 30m el alcance del chorro de agua es de 15 m.</p> <p>Además, se cuenta con alarma audible y visible, y equipo de protección personal contra incendio y brigadas contra incendio.</p>	2	5	C	4	C	4	C	3	C	2	4	C	3	C	3	C	2	D





Clave del esc.	Identificación del subsistema	Descripción de escenario	Salvaguarda	Análisis Cualitativo								Análisis Cuantitativo									
				FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI	FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI
006 1.3.1	Subsistema 1.3 Suministro de gas l.p. a auto-tanques	ESCENARIO 006: Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque.	<p>Toma de suministro de gas l.p. a auto tanques</p> <p>Salvaguardas tipo preventivo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa de mantenimiento preventivo de la planta de distribución de gas l.p. para el año 2023. <p>Salvaguardas de control:</p> <ul style="list-style-type: none"> Punta de llenado con válvula de cierre rápido. Manómetro Válvula de globo recta <p>Salvaguardas de mitigación</p> <ul style="list-style-type: none"> Válvulas Pull Away Válvula de corte, con actuador neumático Válvula de alivio de presión hidrostática de 13 mm de diámetro. Válvulas de exceso de flujo <p>Extintores: Se cuenta con 2 extintores de polvo químico seco del tipo manual clase ABC de 9 kg. Hidrantes: Se cuenta con 3 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables. Cada hidrante tiene un gasto de 350 LPM y longitud de 30 m el alcance del chorro de agua es de 15 m de trabajo de 5 kg/cm².</p> <p>Además, se cuenta con alarma audible y visible, y equipo de protección personal contra incendio y brigadas contra incendio.</p>	3	2	C	2	C	2	C	2	C	3	1	D	1	D	1	D	1	D
007 1.3.8	Subsistema 1.3 Suministro de gas l.p. a auto-tanques	ESCENARIO 007: Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación de la misma.	<p>Sistemas de control</p> <ul style="list-style-type: none"> Indicador de flujo tipo de mirilla, Filtro <p>Sistemas de seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> Conexión a tierra Válvula bola Válvula de relevo hidrostático Válvula de globo Válvula de control automático Cople flexible Válvula bypass 	3	4	C	3	C	3	C	3	C	3	3	C	2	C	2	C	2	C





Clave del esc.	Identificación del subsistema	Descripción de escenario	Salvaguarda	Análisis Cualitativo								Análisis Cuantitativo									
				FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI	FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI
			<p>Hidrantes: Se cuenta con 3 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables. Cada hidrante tiene un gasto de 350 LPM con manguera de longitud de 30 m.</p> <p>Además, se cuenta con: Alarmas audibles y visibles, Procedimientos y brigadas de emergencia.</p>																		
008 1.4.3	Subsistema 1.5 Llenado de recipientes transportables	ESCENARIO 008. Fuga de gas l.p. debido al desfonde de un recipiente transportable.	<p>Extintores: Se cuenta con 4 extintores de polvo químico seco del tipo manual clase ABC de 9 kg.</p> <p>Hidrantes: Se cuenta con 3 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables. Cada hidrante tiene un gastode 350 LPM con manguera de longitud de 30m.</p> <p>Además, se cuenta con alarma audible y visible, y equipo de protección personal contra incendio y brigadas contra incendio.</p>	4	5	B	2	C	2	C	1	D	4	4	C	2	C	2	C	1	D
009 4.1.1	Subsistema 4.1 Auto-tanque	ESCENARIO 009. Blevé del auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico.	<p>Extintores: Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg.</p>	5	4	B	3	B	3	B	3	B	5	3	B	2	C	2	C	2	C
010 4.1.4	Subsistema 4.1 Auto-tanque	ESCENARIO 010. Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto - tanque.	<ul style="list-style-type: none"> - Válvula bypass de líquido la bomba. - Extintores. El auto-tanque cuenta con extintor de PQS de 9 kg junto a la bomba de trasiego. - Procedimientos de emergencia. 	4	5	B	5	B	5	B	4	B	4	4	B	4	B	3	C	2	C
011 3.2.4	Subsistema 3.2. Suministro de gas l.p.	ESCENARIO 011. Fuga de gas l.p. ocasionada por los remanentes en la manguera del auto-tanque	<p>Extintor: A bordo de la unidad se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg.</p>	4	4	B	2	C	3	C	2	C	4	3	C	1	D	2	C	1	D
012 3.1.3	Subsistema 3.1 Recipiente no transportable	ESCENARIO 012. Blevé de un auto - tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la	<p>Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular.</p>	3	5	B	4	C	4	C	3	C	3	4	C	3	C	3	C	2	C





Clave del esc.	Identificación del subsistema	Descripción de escenario	Salvaguarda	Análisis Cualitativo								Análisis Cuantitativo									
				FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI	FR	DP	RDP	EP	REP	IA	RIA	DI	RDI
013 3.1.1	Subsistema 3.1 Recipiente no transportable	superficie del recipiente. ESCENARIO 013. Fuga de gas l.p. debido al desfogue de una de la válvula de seguridad de un auto-tanque	Válvula de seguridad. Extintores: Se cuenta con un extintor de polvo químico seco tipo ABC de 9 kg. En el área de estacionamiento se cuenta con 4 extintores tipo ABC. Hidrantes: Se cuenta con tres hidrantes con un gasto de 350 LPM cada uno, los cuales cubren perfectamente los estacionamientos del parque vehicular.	3	4	C	3	C	3	C	3	C	3	3	C	2	C	2	C	2	C

Se adjunta la metodología What If..? con la correspondiente reevaluación previamente señalada.



VIII.3 OBTENCIÓN DEL RIESGO RESIDUAL.

El riesgo residual se define como aquel riesgo remanente después de haber implementado controles y medidas de reducción de riesgos para mitigar el riesgo inherente.

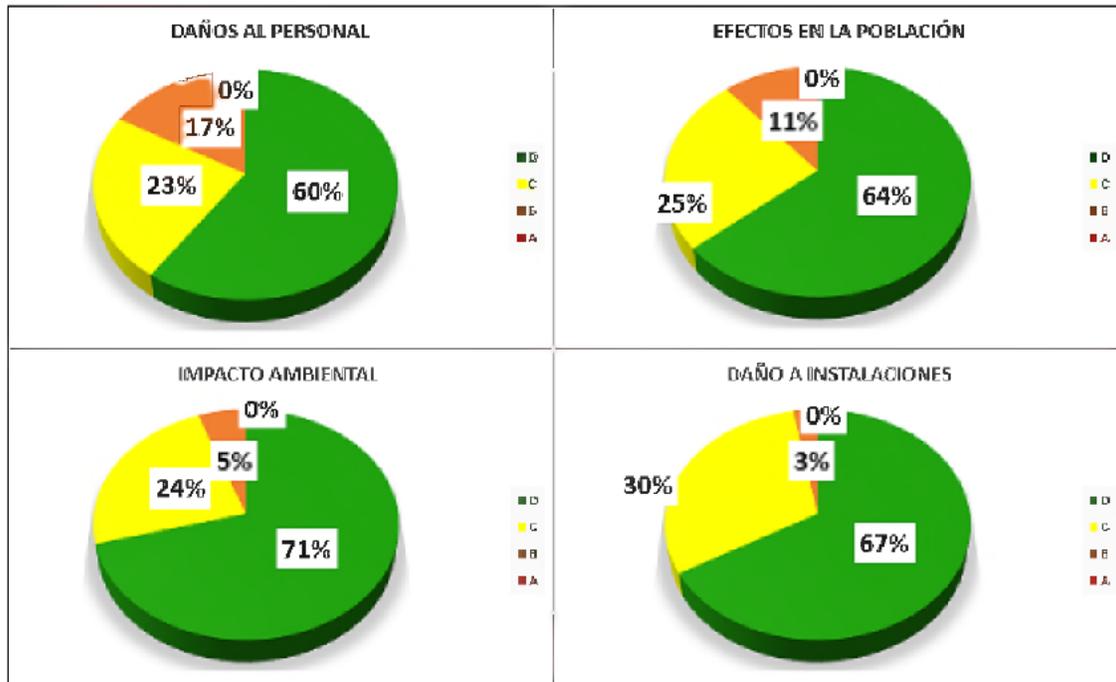


Figura VIII. 1: Porcentaje de riesgo por área evaluada (primera evaluación)

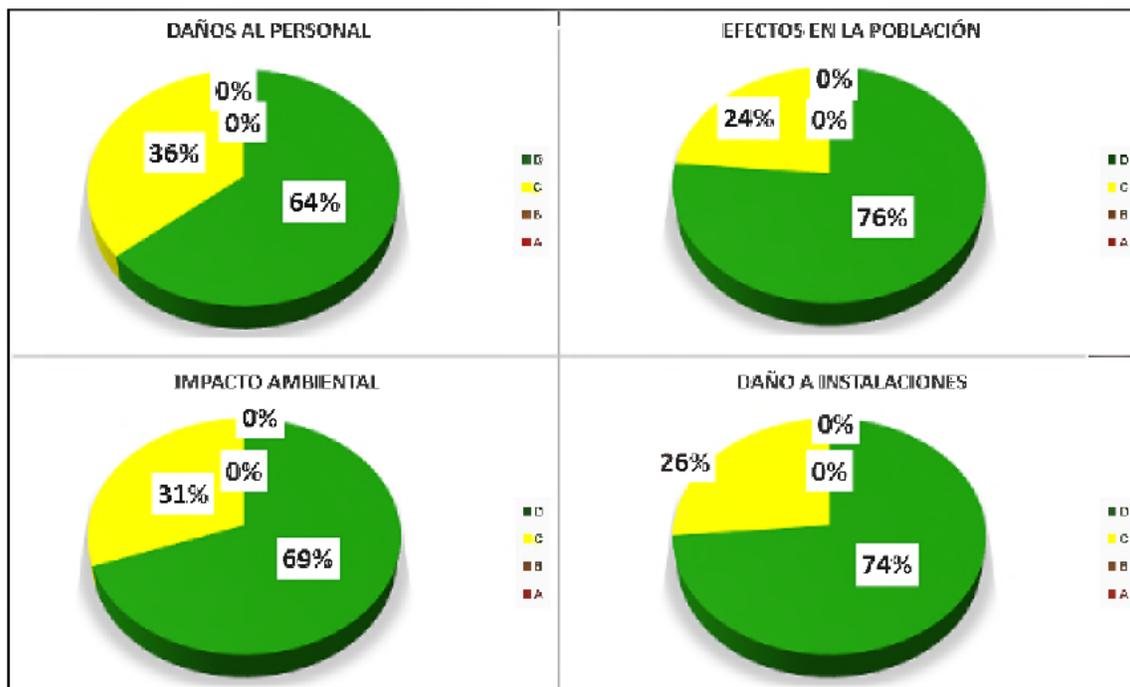


Figura VIII. 2: El Porcentaje de riesgo por área evaluada (segunda evaluación)

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Una vez reevaluados los escenarios (figura VIII.2) en conformidad con las frecuencias y consecuencias analizadas, se determina que, de todos de los escenarios evaluados (72) solo el 36% de los escenarios corresponde a un riesgo aceptable por daños al personal, un 24% con efectos en la población, y un 31% y 26% con riesgo aceptable, pero con controles para los elementos de medio ambiente y daño a las instalaciones.

Dada las medidas preventivas que se llevan dentro de la planta de distribución de gas l.p. localizada en Ciudad de Madera, Chihuahua perteneciente a la empresa Gas El Sobrante S.A. de C.V., refiriéndonos a estas como llevar a cabo los programas de mantenimiento a equipos e instrumentos, los programas de capacitación, y los programas de simulacros. Se determina que la instalación cuenta con un nivel de riesgo **ACEPTABLE, pero con controles**, por lo que para continuar con la realización de las actividades que conllevan un riesgo inherente dadas las características de la sustancia manejada se encomienda seguir las medidas y recomendaciones señaladas en el capítulo XI del presente Estudio de Riesgo.



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

**INSTALACIONES EN OPERACIÓN
(ARSH)**

CAPÍTULO IX

**SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA
ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO**



GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de
Distribución

Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

IX.1 SISTEMAS DE SEGURIDAD

Las instalaciones propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. cuentan con los sistemas de seguridad para su operación requeridos por la normatividad correspondiente según la NOM-001-SESH-2014, a continuación, se describen:

IX.1.1 Recipientes de almacenamiento

Se tiene una serie de medidas, equipos, sistemas y dispositivos de seguridad orientados específicamente a disminuir la probabilidad de ocurrencia y severidad de consecuencias de una BLEVE, que de acuerdo al análisis y evaluación de riesgos está definido como el evento máximo catastrófico que pudiera presentarse en las instalaciones.

Dicho evento determina las zonas totales de afectación, una vez que este fenómeno genera graves consecuencias, fundamentalmente por radiación térmica y sobrepresión, lo que provoca que los equipos de proceso englobados por dicha bola, si no disponen de protección, no sean capaces de resistir el calor recibido y el impacto, provocando su falla.

Dado lo anterior, es fundamental evitar que se pueda generar inicialmente una BLEVE. Es importante señalar que se deben dar ciertas condiciones necesarias para la producción de este fenómeno:

- 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 se hace necesaria la instalación de medidas, dispositivos o sistemas de seguridad que estén orientados a evitar las condiciones determinantes que permiten la BLEVE; tales medidas se pueden englobar en los siguientes objetivos:

- Limitación de presiones excesivas.
- Limitación de temperaturas excesivas.
- Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

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 cuya función es liberar el material presurizado hacia el exterior y así retrasar el tiempo de aparición de la Blevé y de no haber una fuente de ignición que genere algún incendio considerable, hará más dificultosa por la liberación de fluido interior. Con base en los conocimientos expuestos sobre la formación de BLEVE's, de ser posible,



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

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.

Para ello en la planta de distribución de gas l.p. en el área de almacenamiento el recipiente cuenta con las siguientes características:

Recipiente de almacenamiento: *Dos válvulas, multiport bridadas marca Rego modelo A8574G de 101 mm (4") de diámetro, cada una con cuatro válvulas de seguridad marca Rego modelo A3149G de 64 mm (2 ½") de diámetro, con capacidad de 294 m³/min, cada una cuenta con punto de fractura y cuentan con tubo de descarga de acero cédula 40 de 76 mm (3") de diámetro y de 2.00 m de altura.*

Además, se cuenta con dos válvulas de máximo llenado Marca Rego Modelo 3165 de 6.4 mm de diámetro, localizadas una al 90% y la otra al 85% del nivel del recipiente.

b) Control riguroso del grado de llenado de los recipientes.

Es una medida de seguridad fundamental, no sobrepasar nunca el llenado máximo permitido por normatividad, 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, válvulas de exceso de flujo, etc.

Por su parte, los semirremolques que ingresan a la planta cuentan con los siguientes accesorios:

- Un medidor indicador de nivel magnético para gas líquido.
- Un termómetro con un intervalo de temperatura de -50 a 50°C.
- Un manómetro de 0 a 29 kg/cm².
- Dos salidas para gas líquido con válvulas de ángulo y exceso de flujo con adaptadores ACME.
- Una entrada para líquido con válvula de ángulo y no retroceso.
- Dos válvulas de seguridad con tapa protectora contra lluvia.
- Una salida para retorno de vapores con válvulas de ángulo y exceso de flujo.
- Cuatro válvulas de máximo llenado.

De igual manera, el recipiente de almacenamiento cuenta con dispositivos de seguridad y medición con indicación local que permite conocer el nivel interior de la fase líquida contenida y máxima permisible, así como conocer su presión interior de la zona de vapor y temperatura de la fase líquida del hidrocarburo, también con válvulas de exceso de gasto acorde a los diámetros del recipiente, haciendo notar que las marcas y modelos pueden variar, pero no así sus características técnicas y/o sus rangos.



	GAS EL SOBROANTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

El recipiente de almacenamiento cuenta con los siguientes accesorios:

Sistema de control:

- Un medidor de nivel líquido magnético, marca Magnetel de 230 mm de diámetro.
- Un termómetro marca Rochester con graduación de -50 a 50°C de 12.7 mm de diámetro.
- Un manómetro marca Eva con graduación de 0 a 21 kg/cm² de 6.4 mm de diámetro.

Sistema de seguridad:

- Tres válvulas de exceso de flujo para gas-líquido marca Rego modelo A7539V6 de 76 mm (3") de diámetro, con capacidad de 947 L.P.M.
- Tres válvulas de exceso de flujo para gas-vapor marca Rego modelo A3292B de 51 mm (2") de diámetro, con capacidad de 32,700 ft³/h cada una.
- Una válvula de exceso de flujo para gas – líquido marca Rego Modelo A3292B de 51 mm (2") de diámetro con capacidad de 378 L.P.M. (100 G.P.M) para retorno de líquido.

La sustancia almacenada en las instalaciones es un gas licuado a presión., el cual, en condiciones normales de presión y temperatura (T=21°C; P= 1 atm) sería un gas, sin embargo, para licuarlo se somete, dentro del recipiente a una presión muy superior a la ambiental (7 kg/cm²), por lo que de esta manera se presentan 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 en dichos recipientes se encuentran en dos zonas bien definidas, la superior o cámara de vapores y la inferior o sector donde reposa el producto en estado líquido, correspondiendo más de las $\frac{3}{4}$ partes.

La zona superior es donde generalmente se produce el colapso estructural ayudado indudablemente por la presión interna de los vapores del producto en relación con el sobrecalentamiento, debido a que el vapor es un mal disipador del calor, en consecuencia la chapa se sobrecalienta y comienza a perder resistencia, se alarga y reduce su espesor, apareciendo una grieta longitudinal hasta alcanzar magnitud crítica, en este momento la estructura es muy frágil, la grieta se alarga y propaga a la velocidad del sonido, dando por resultado el colapso estructural y la rotura en pedazos.

Dado lo anterior, los recipientes de almacenamiento cuentan con un sistema de aspersión, cuyo objetivo es evitar el impacto térmico sobre la superficie del recipiente en caso de que este fuera expuesto a fuego directo o a los efectos de radiación térmica de una BLEVE o incendio generado en un área próxima.

El recipiente cuenta con dos tubos paralelos para rociado ubicado simétricamente sobre este de un diámetro de 51 mm. El rociado se hace por boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de los tubos. Las boquillas de rociado son marca Spraying Systems tipo recto de 13 mm (1/2") y gasto de 29.5 LPM c/u.



	GAS EL SOBROANTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

c) Prevención de roturas en las paredes de los depósitos.

Debido a que los recipientes de almacenamiento de gas l.p. instalados en la planta contienen gas licuado a presión, este debe estar sometido 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.

De conformidad con la NOM-013-SEDG-2002, o en su caso, la que la sustituya, se deberán obtener para los recipientes de almacenamiento a los diez años contados a partir de su fecha de fabricación y, posteriormente, cada cinco años. En la siguiente Tabla se describen los dictámenes con los que se cuenta:

No. económico	Dictamen de conformidad de acuerdo a la NOM-013-SEDG-2002
1	Dictamen UMX-077-19 , emitido por la Unidad de Verificación en materia de Gas L.P. con no. de registro UVSELP-191-C, con fecha de emisión del 26 de abril del 2019.

[Consultar en el Anexo D. Dictámenes técnicos.](#)

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. En virtud de lo anterior, estos recipientes están situados de tal forma que su eje longitudinal no apunta a otros depósitos.

Del mismo modo la planta de distribución de gas l.p. considera un mantenimiento e inspección de manera periódica en el área de almacenamiento conforme a su plan de mantenimiento de equipos críticos (AN-PR-11.1.2), considera los siguientes puntos:

- ✓ Estado de válvulas de relevo de presión (seguridad)
- ✓ Vigencia de válvulas y accesorios de seguridad
- ✓ Estado de válvulas de máximo llenado.
- ✓ Operación del medidos rotatorio y/o magnético.
- ✓ Estado del termómetro
- ✓ Dictamen de evaluación ultrasónica de espesores NOM-013-SEDG-2002.
- ✓ Estado de conexiones bridadas de válvulas y accesorios.
- ✓ Estado de pintura en tanques y estado de bases de sustentación.
- ✓ Estado de conexión a tierra.
- ✓ Estado del registro pasa-hombre.
- ✓ Estado de bridas de multiport de válvulas de seguridad.
- ✓ Hermeticidad en conexiones de válvulas y accesorios de seguridad.
- ✓ Estado de conectores flexibles de líquido, de vapor y retorno de líquido.
- ✓ Operación de válvulas de exceso de flujo y no retroceso.
- ✓ Operación de válvulas de globo y/o de bola.
- ✓ Pintura en general.
- ✓ Limpieza general del tanque y existencia de fugas en el tanque



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

IX.1.2 Toma de recepción de semirremolque.

Se cuenta con una toma para la descarga de gas l.p de los semirremolques y trasegarlo hacia el recipiente de almacenamiento a través de un compresor marca Corken modelo 490. En la toma se cuenta con dos líneas de gas líquido y una de gas vapor. En las líneas de gas líquido se cuenta con válvulas de relevo hidrostática, válvulas de globo recta e indicador visual de flujo tipo no retroceso marca Rego modelo A7794. Mientras que en la línea de gas-vapor se cuenta con válvulas de globo, válvula de exceso de flujo marca Rego modelo A3292B y su respectiva válvula de control remoto neumática. En cada salida de las líneas se cuenta con válvulas pull away y sus respectivas mangueras de neopreno especiales para gas l.p. con terminal de válvula con acoplador.

Del mismo modo, la organización considera un mantenimiento e inspección de manera periódica en el área de la descarga de semirremolque, donde se contemplan los siguientes puntos:

- ✓ Estado de mangueras de recepción que conducen gas en estado líquido y vapor.
- ✓ Estado de válvulas de globo de mangueras y de líquido y vapor.
- ✓ Estado de conexión a tierra del marco soporte de tomas
- ✓ Estado del cable y pinza para conectar los vehículos a tierra.
- ✓ Estado del indicador de visor de flujo (no retroceso).
- ✓ Estado de tuercas de acopladores.
- ✓ Estado de acopladores de mangueras de líquido y vapor.
- ✓ Estado de pintura en tuberías (para evitar que haya porosidad y detectar fugas)
- ✓ Hermeticidad de válvulas y accesorios.
- ✓ Vigencia de válvulas y accesorios.
- ✓ Estado de marco soporte de tomas y malacates
- ✓ Estado de válvulas de relevo hidrostático.
- ✓ Estado de tapones de los acopladores (reemplazo en caso de ser necesario).

IX.1.3. Toma de suministro a auto - tanques.

Para la toma de suministro de auto-tanque, se cuenta con una línea de gas – líquido, dicha línea cuenta con válvula de bola, válvula de relevo hidrostáticos y el medidor volumétrico. En la salida de la línea se cuenta con válvula pull away y su respectiva manguera de neopreno especial para gas l.p. con terminal de válvula con acoplador.

La organización considera un mantenimiento e inspección de manera periódica en el área de suministro a auto-tanques, donde se contemplan los siguientes puntos:

- ✓ Estado de válvulas de relevo hidrostático.
- ✓ Protección de válvulas de relevo hidrostático.
- ✓ Estado de mangueras de suministro de gas en estado de vapor y líquido.
- ✓ Estado de válvulas de exceso de flujo.
- ✓ Limpieza de filtro de la trampa de vapor del medidor.
- ✓ Estado de acopladores y tapones.
- ✓ Estado de marco soporte de tomas de suministro y malacates.
- ✓ Hermeticidad en conexiones y válvulas.
- ✓ Estado de pintura en tuberías de zona de suministro.



	GAS EL SOBROANTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

- ✓ Estado de conexión de tierra de marco soporte de la toma.
- ✓ Estado del cable y pinza para conectar los vehículos a tierra.
- ✓ Estado de válvulas de acción manual de mangueras de suministro.
- ✓ Estado de manómetro.
- ✓ Estado del medidor y accesorios/ Calibración del medidor de flujo.
- ✓ Vigencia de válvulas y accesorios.

IX.1.4. Muelle de llenado de recipientes transportables.

En el muelle de llenado se cuenta con 4 llenaderas, las cuales con una báscula de llenado. La tubería que suministra de gas l.p. a cada una de las llenaderas es de acero al carbón A/AS-53-B o A/AS-106B cedula 80 sin costura para alta presión de 51 mm de diámetro con conexiones roscadas de acero forjado para una presión mínima de trabajo de 140-210 kg/cm².

La organización considera un mantenimiento e inspección de manera periódica en el área del muelle de llenado, donde se contemplan los siguientes puntos:

- ✓ Calibración de básculas.
- ✓ Estado de mangueras de llenaderas.
- ✓ Estado de conexión a tierra del muelle de llenado.
- ✓ Estado de puntas pol de llenaderas.
- ✓ Estado de manómetro en muelle de llenado.
- ✓ Operación de válvulas de cierre rápido.
- ✓ Estado de maneral de punta pol en llenaderas.
- ✓ Estado del sistema de vaciado de residuos de cilindros.
- ✓ Estado del piso del muelle de llenado.
- ✓ Estado de protección contra chispas del muelle de llenado.
- ✓ Estado de alumbrado en muelle de llenado.
- ✓ Estado de basculas de repeso.
- ✓ Estado general de basculas y equipo.
- ✓ Hermeticidad de válvulas y accesorios.

X.1.5. Área de bombas y compresor de trasiego de gas l.p.

Las bombas se ubican dentro de la zona de protección del recipiente de almacenamiento y el compresor en la isleta de recepción. Las bombas y compresor, junto con su motor, se encuentran cimentados a una 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 compresor son los apropiados para operar en atmosferas de vapores combustibles y cuentan con interruptor automático de sobrecarga, además se encuentran conectados al sistema general de "tierra". La descarga de válvula de purga de líquido del compresor está a una altura mínima de 2.50 m sobre el nivel del piso.

El compresor es especial para trasegar gas l.p. en estado vapor el cual tiene las siguientes características: marca Corken, modelo 490 la cual tiene la capacidad nominal de 677.51 L.P.M. (179 G.P.), con un motor de capacidad de 15 C.F.



	GAS EL SOBROANTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Mientras que las bombas que trasiegan gas l.p. en estado líquido a auto-tanques y al muelle de llenado tienen las siguientes características: ambas son marca Blackmer, modelo LGL-2E con capacidad de 303 LPM 80 (GPM), con motores de capacidad de 7.5 C.F.

IX.1.6. Sistema de tuberías.

Las tuberías y accesorios que se instalaron para conducir gas l.p. son adecuados para cumplir con el requisito de rango de temperatura de -15°C a 427°C , además son del tipo acero al carbón A/AS-53-B o A/AS-106B las tuberías cédula 80 y 40 sin costura cumplen este requisito.

Para la instalación se utiliza los siguientes diámetros de 76, 51 y 19 mm, con conexiones roscadas de acero forjado para una presión mínima de trabajo de $140\text{-}210\text{ kg/cm}^2$. Las tuberías de 51,32 y 21mm ($3", 2"$ y $3/4"$) de diámetro son cedula 40 y cedula 80 sin costura para alta presión soldable y roscable, de los accesorios y conexiones utilizados en la succión de las bombas son para una presión de 17.58 kg/cm^2 , en el resto de la instalación son para una presión de 24.47 kg/cm^2 , mientras que para las bridas se cumple que sean de fundición nodular o maleable y clase 300 como mínimo y una presión de 24.47 kg/cm^2 para una temperatura de 65°C , los pernos o espárragos son A-193 grado B o A-307 grado B y en todos los casos las tuercas son A-194 grado 2H, los empaques para la unión de las bridas son de material resistente a la acción del gas l.p. construidos de material metálico con temperatura de fusión de 715°C o en combinación con otros materiales.

Para la identificación de las tuberías se siguió el código de colores establecido por la norma y descrito al final de la memoria civil. En las tuberías conductoras de gas-líquido y en los tramos en que pueda existir atrapamiento de este entre dos o las válvulas de cierre manual, se tiene 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 $22\text{ m}^3/\text{min}$ y son de 13 mm ($1/2"$) de diámetro.

Además, cuenta con una protección para la corrosión de un primario inorgánico a base de zinc marca Carboline tipo R.P. 480 y pintura de enlace primario epóxido catalizador tipo R.P. 680.

IX.1.7. Sistema contra incendio.

El objetivo principal de un sistema de protección contra incendios es prevenir, controlar, y extinguir los posibles conatos de incendios que se puedan originar en la empresa, para evitar tanto daños personales como minimizar los daños materiales. En la planta de distribución de gas l.p. se tienen los siguientes componentes del sistema contra incendio.

Extintores manuales:

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





Tabla IX. 1: Extintores portátiles

Elemento	Descripción	
Extintores portátiles	Extintores como medida de seguridad y como prevención contra incendio se tienen instalados extintores de polvo químico seco portátiles de tipo ABC de 9 kg de capacidad cada uno, en los lugares siguientes y a una altura máxima de 1.50 metros y mínima de 1.20 metros medidas del piso a la parte más alta del extintor.	
	Área de localización	Cantidad
	Muelle de llenado	2
	Equipo de vaciado de recipientes	1
	Estacionamiento de vehículos de reparto	2
	Tomas de recepción	1
	Tomas de suministro	1
	Bombas de gas l.p.	2
	Compresor	1
	Cuarto de bombas (E.C.I.)	1
	Oficina y wc	2
	bodegas	2
	Tablero eléctrico	2
	Zona de almacenamiento	1

Extintor de carretilla: se cuenta con un extintor de carretilla con capacidad de 50, kg, de polvo químico seco, el cual se encuentra localizado en la zona de almacenamiento.

Equipos de protección: Se cuenta con dos trajes de bombero para el personal encargado del manejo de los principales medios contra incendio, guardados dentro de un gabinete.

Tanque cisterna de seguridad: la planta cuenta con una de capacidad de 60 m³ de agua con las siguientes medidas: diámetro 3.90 x 4.89m. este recipiente es un cilindro vertical, su llenado se hace por medio de pipa de agua.

Bombas contra incendio: se cuenta con dos bombas marca Aurora modelo 340, una con motor eléctrico de 50 C.F. y gasto de 3,500 L.P.M. a 7 kg/cm² y otra con motor de combustión interna de 42 C.F. y gasto 1,750 L.P.M. a 7 kg/cm².

Hidrantes: se cuenta con 3 hidrantes colocados estratégicamente para cubrir el 100% de las áreas de trasiego, almacenamiento y llenado de recipientes transportables.

Red distribuidora: El recipiente cuenta con dos tubos paralelos para rociado ubicado simétricamente sobre este de un diámetro de 51 mm. El rociado se hace por boquillas aspersoras uniformemente repartidas y alineadas a lo largo de los tubos. Las boquillas de rociado son marca Spraying Systems tipo recto de 13 mm (1/2") y gasto de 29.5 LPM c/u.

Sistema de alarma: La alarma instalada es del tipo sonoro claramente audible en el interior de la planta, opera con corriente eléctrica CA 127V.

Se adjunta en el anexo H e I la memoria técnico descriptiva y plano del proyecto sistema contra incendio, respectivamente.



	GAS EL SOBROANTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

IX.1.8. Sistema general de tierras físicas.

El sistema de tierras tiene como finalidad proteger de descargar eléctricas a las personas que se encuentren cerca o en contacto con estructuras metálicas de la planta de distribución de gas l.p. en el momento que ocurra una descarga a tierra. El sistema de tierras cumple con el propósito detener caminos francos para la operación confiable e inmediata de la protección eléctrica.

En el anexo H e I, se adjunta la memoria técnico descriptiva y plano del proyecto eléctrico, respectivamente

IX.1.9 Auto tanques de distribución de gas l.p.

Los auto-tanques como medio de transporte para la distribución de gas l.p. a los usuarios finales están compuestos de una gama de accesorios que proveen de seguridad al auto – tanque y a sus operadores en caso de incremento de presión y temperatura como lo son:

- Válvula de alivio de presión totalmente interna
- Válvula interna y actuador neumática
- Medidor flotador (indicador de nivel)
- Manómetro y termómetro
- Válvula de no retroceso
- Válvula angular
- Válvula bypass
- Válvula punta de manguera
- Válvula de alivio hidrostático
- Válvula de globo
- Válvula de exceso de flujo
- Ensamble de ménsula de sensor c/ cuñas para ruedas.

Dichas unidades cuentan con mantenimiento el cual consta de cambios de aceites y filtros, se hace reparación en reten de diferencial por fuga, se cambian crucetas de toma de fuerza y cambio de soporte de cabina, así mismo se repara problema en equipo de aire (problemas al cargar los tanques). Además, se realiza servicio mayor que consta de cambios de filtros y fluidos, afinación, revisión y cambio de frenos, soportes de transmisión, y revisión de suspensión, se hace reparación de luces delanteras, así como también reparación en fuga de aceite hidráulico.

Se adjunta evidencia de mantenimiento a unidades en el anexo G. Mantenimiento, capacitación y simulacro.

Dichos auto-tanques siguen el cumplimiento de condiciones de seguridad y mantenimiento en conformidad con la NOM-007-SESH-2010, en donde se especifica que al menos cada 10 años, se deberá de solicitar a una Unidad de Verificación la revisión de la válvula interna, la cual, en caso de existir un evento no deseado, pueda operar de forma correcta, caso contrario esta deberá de remplazarse por una válvula funcional. Asimismo, se debe llevar un registro de su fecha de fabricación de dichos instrumentos, con la finalidad de no sobrepasar la antigüedad de vida útil de las mismas.



	GAS EL SOBROANTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

La planta de distribución de gas l.p. cuenta con los dictámenes vigentes en cumplimiento con Ila NOM-007-SESH-2010 “Vehículos para el transporte y distribución de gas l.p. – condiciones de seguridad, operación y mantenimiento”, otorgado por la Unidad de Inspección en materia de gas l.p. UVSELP246 el 12 de septiembre de 2022, los no. de dictámenes para auto-tanques son los siguientes:

Auto-tanques:

1. No. UVSELP246-007-0887/2022
2. No. UVSELP246-007-0888/2022
3. No. UVSELP246-007-0889/2022

IX.1.10 Vehículos de reparto

Los vehículos de reparto se utilizan para la distribución de gas l.p. exclusivamente a través de recipientes transportables los cuales de acuerdo con lo señalado en la NOM-007-SESH-2010 deben cumplir con las condiciones de seguridad y mantenimiento de los vehículos de reparto de acuerdo al numeral 7 señalado en la norma, el cual marca las condiciones en las siguientes partes de la unidad motriz.

1. Plataforma
2. Armazón perimetral
3. Sistema de frenos y suspensión
4. Sistema de escape del motor
5. Parabrisas
6. Espejos laterales
7. Llantas y rines
8. Sistema de luces
9. Accesorios complementarios (calzas, cinta estática, extintor, señales reflejantes para carretera, lámpara de mano).

La planta de distribución de gas l.p. cuenta con los dictámenes vigentes en cumplimiento con Ila NOM-007-SESH-2010 “Vehículos para el transporte y distribución de gas l.p. – condiciones de seguridad, operación y mantenimiento”, otorgado por la Unidad de Inspección en materia de gas l.p. UVSELP246 el 12 de septiembre de 2022, los no. de dictámenes para vehículos de reparto son los siguientes:

1. No. UVSELP246-007-0890/2022
2. No. UVSELP246-007-0891/2022

Los vehículos de reparto cuentan con un sistema de carburación, por lo que cuentan con los dictámenes en concordancia con la NOM-005-SESH-2010 “Equipos de carburación de gas l.p. en motores de combustión interna, instalación y mantenimiento”, otorgados por la Unidad de Inspección en materia de gas l.p. UVSELP246 el 12 de septiembre de 2022, los cuales son:

1. No. UVSELP246-005-0890/2022
2. No. UVSELP246-005-0891/2022



	GAS EL SOBROANTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

IX.2. MEDIDAS PREVENTIVAS.

IX.2.1. Programa de capacitación.

El objetivo de las capacitaciones es adquirir conocimientos técnicos, teóricos y prácticos en los empleados que laboran en la instalación, esto con el fin de poder mejorar el desempeño de las actividades que realizan y evitar con esto un posible accidente de trabajo.

Para ello, en la planta de distribución de gas l.p. se cuenta con un Programa Anual de inducción, capacitación, entrenamiento y reentrenamiento 2023, con el cual se consideran los siguientes temas en las diferentes etapas:

Cronograma de cursos de inducción:

- Propiedades del gas l.p.
- Riesgos y peligros a los que se encuentran expuestos.
- Que hacer en caso de emergencias.
- Equipos y prácticas prohibidas en la instalación

NOM-001-SESH-2014.

- Las propiedades del Gas L.P.
- El trasiego de Gas L.P., su manejo seguro.
- Especificaciones técnicas mínimas de seguridad.
- Prevención y control de accidentes.

Cronograma de cursos de capacitación:

- Uso de maquinaria y/o equipo necesario para realizar sus actividades.
- Correcta aplicación de los controles operacionales dentro de las instalaciones.
- Procedimientos de operación de la instalación.
- Activación del sistema contra incendio.
- DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los Lineamientos para la conformación, implementación y autorización de los Sistemas de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente aplicables a las actividades de Expendio al Público de Gas Natural, Distribución y Expendio al Público de Gas Licuado de Petróleo y de Petrolíferos.
- Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente.
Política del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente.

Cursos de entrenamiento

- Plan de atención y respuesta a emergencias.
- Procedimiento para la aplicación de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Procedimiento para el llenado de aquellos formatos que lo requieren



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Cursos de reentrenamiento

- Que hacer en caso de emergencias
- Plan de atención y respuesta a emergencias
- Activación del sistema contra incendio
- Procedimiento para la aplicación de actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.

IX.2.2. Programa de simulacros

Con el propósito de fomentar la cultura de la atención en caso de emergencia entre el personal que labora en las instalaciones de la planta de distribución y contribuir con el fortalecimiento de las capacidades de reacción de la unidad interna y sus brigadas ante la eventualidad de una emergencia o desastre, se cuenta con un Programa Anual de Simulacros 2023, el cual conlleva los siguientes temas:

- Simulacro de sismos
- Simulacro ante robo o asalto
- Simulacro de primeros auxilios: golpes, caídas, cortes o heridas.
- Fuga de gas l.p.
- Incendio
- Explosión
- Derrame de sustancias

IX.2.3. Programa de mantenimiento preventivo.

El programa de mantenimiento preventivo contiene un conjunto de tareas de mantenimiento planificadas que se realizan regularmente en activos críticos para evitar fallas en los equipos. Además, asegura la confiabilidad de los equipos, ya que todas las operaciones se realizan en intervalos predefinidos y no impactan de manera negativa el desempeño y los niveles de productividad de la empresa.

En el mantenimiento preventivo se implica tomar acciones necesarias para evitar que ocurran accidentes o fallas en los equipos antes de que estas sucedan.

El programa de mantenimiento preventivo de la planta se enfoca en las siguientes áreas:

- Recepción de semirremolques de gas l.p.
- Almacenamiento de gas l.p.
- Suministro de gas l.p. a auto-tanques
- Muelle de llenado
- Sistema contra incendio
- Auto-tanques y
- Vehículos de reparto



Protocolo de Respuesta a Emergencias (PRE). El PRE se presentó ante la Agencia con el formato FF-ASEA-036 (Ingreso del Protocolo de Respuesta a Emergencias).

gov.mx

Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos
 Unidad de Gestión Industrial

Ingreso del Protocolo de Respuesta a Emergencias

Homoclave del formato FF-ASEA-036	Fecha de publicación del formato en el DOF 22 / 03 / 2019
Lugar de solicitud Madera, Chihuahua	Fecha de solicitud 10 / 12 / 2020

Datos generales del solicitante

A Persona física CURP: CURP: RFC (opcional): Nombres: Primer apellido: Segundo apellido (opcional): Sexo (opcional): <input type="radio"/> Mujer <input type="radio"/> Hombre Fecha de nacimiento (opcional): Lugar de nacimiento (opcional):	B Datos de contacto Lada: 614 Teléfono fijo: 4323232 Extensión: Correo electrónico: gzea@gask19.com.mx
C Persona moral CURP: ASEA-GAE18434M RFC (obligatorio): GSO750224DH7 Denominación u razón social (opcional): GAS EL SOBRANTE S.A. DE C.V.	D Representante legal, en su caso Nombres: C.F. Gilberto Primer apellido: Zea Segundo apellido (opcional): Rico
E Dominio de la instalación donde se aplicará el Protocolo de Respuesta a Emergencias Código postal: 31940 Número extensión/km: 1234950 Número interior:	F Responsable de la instalación Nombre(s): Lic. Gerardo Primer apellido: Villegas Segundo apellido (opcional): Talamanes Cargo: Gerente Operativo

De conformidad con el artículo 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, los formularios para solicitar permisos y servicios deberán justificarse en el Estado Oficial de la Federación (DOF).









Contacto:
 Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209,
 Colonia Jardines en la Montaña, C.P. 14710,
 Tlalpan, Ciudad de México,
 Teléfono (+5255) 9126-0100

Página 1 de 4

Figura IX. 2: Ingreso del Protocolo de Respuesta a Emergencias

Se adjunta en el anexo C” Autorizaciones y permisos” el acuse de ingreso del PRE ante la Agencia.

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

IX.3. MEDIDAS PREVENTIVAS ANTICONTAMINANTES

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, ya que las instalaciones se limitan a realizar el manejo del GLP a través de operaciones de trasiego.

Acorde a lo anterior se enlistan a continuación las medidas preventivas que se aplican durante la operación normal de la planta, teniendo como objetivo evitar el deterioro causado por el medio ambiente.

IX.3.1 Mejora del control de emisiones

Durante la operación normal de la Planta de Distribución de GLP, no existen fuentes de emisión continua de contaminantes a la atmósfera, sólo se tienen pequeñas liberaciones de GLP al desconectar las mangueras de las tomas de trasiego, estas emisiones furtivas son mínimas, una vez que se mantienen dispositivos de pérdida mínima para la operación de trasiego. Estas válvulas para llenado de los recipientes son de acción rápida y pérdida mínima, tienen un flujo pleno e instantáneo con la protección adicional de una manija de cierre rápido y un seguro automático para evitar la apertura accidental de la válvula durante el manejo de almacenamiento de Gas LP, están diseñadas para la punta de la manguera de llenado en sistemas de despacho, sin embargo, dichas emisiones son consideradas como fuente fija, ya que son descargas directas a la atmósfera.

IX.3.2. Gestión de residuos.

Residuos Sólidos Urbanos (RSU): Durante la etapa de operación y mantenimiento en las instalaciones se generan residuos sólidos urbanos resultantes de la limpieza de las áreas administrativas, sanitarios, áreas de circulación, acceso e instalaciones en general, así como del uso de productos que consume el personal administrativo-operativo y eventualmente los clientes; como restos de alimentos, sus empaques, latas, plásticos, pet, papel, por citar algunos, además de maleza o mala hierba que llegue a instalarse en áreas de circulación. Para el manejo de estos residuos se disponen de manera estratégica en las instalaciones contenedores (tambos de 200 L.) para la adecuada recolección por el departamento de recolecta de residuos sólidos del municipio.

Residuos Peligrosos: Derivado de las actividades de mantenimiento en las áreas de taller mecánico, área de mantenimiento de recipientes transportables, así como las actividades contempladas en los programas de mantenimiento que se implementen se tiene la generación de residuos considerados como peligrosos. Este tipo de residuo es aceite lubricante usado.

Para ello, Gas El Sobrante, S.A. de C.V. cuenta con lo siguiente:

- Registro de generador de residuos peligrosos con no. de bitácora 09/EVA0232/09/18, sellado por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, el 12 de septiembre de 2018.

En el anexo F “Gestión de residuos”, se adjunta el registro como generador de residuos peligrosos.



IX.4. RECOMENDACIONES TÉCNICO OPERATIVAS.

No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del nodo o sistema	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
1	Los choferes del semirremolque deben apegarse en todo momento al manual de procedimientos de roles y responsabilidades. Los procedimientos deben apegarse a los criterios de operación para el control de aspectos ambientales y reducción de riesgos que se solicita en el punto 1.2 del inciso X del Sistema de Administración.	Elemento de SASISOPA X. <u>Control de actividades y procesos</u>	Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques	1.1.1	¿Qué pasa si durante la descarga de GLP el semirremolque se pusiera en movimiento?	Responsable técnico del SASISOPA Una vez que se obtenga la autorización de la implementación del sistema deberá de dar seguimiento a la implementación y al desempeño del sistema.	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
			Subsistema 1.3 Suministro de gas l.p. a auto-tanques	1.3.1	¿Qué pasa si durante el trasiego de GLP a los auto-tanques el vehículo se moviera inesperadamente?		Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
2	El personal que descarga los semirremolques debe ser competente en el procedimiento de operación para la descarga de semirremolques de GLP.	Elemento de SASISOPA VI. <u>Competencia del personal, capacitación y entrenamiento</u>	Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques	1.1.1	¿Qué pasa si durante la descarga de GLP el semirremolque se pusiera en movimiento?	Departamento de Recursos Humanos	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
3	<p>El procedimiento de operación debe cumplir al menos con las siguientes instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Recorrido de inspección visual e identificación de fugas del semirremolque y/o auto-tanque; ➢ Condiciones de estacionamiento del semirremolque y/o auto-tanque; <p>Indicaciones que el chofer debe atender en esta área;</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Colocación de calzas a las llantas; ➢ Puesta a tierra del semirremolque y/o auto-tanque; ➢ Conexión de válvulas de trasiego; ➢ Proceso de trasiego; ➢ Verificación de la cantidad de GLP a bordo del semirremolque y/o auto-tanque; ➢ Verificación de que el Recipiente de almacenamiento de GLP que recibe cuenta con la capacidad disponible suficiente, y ➢ Procedimientos de emergencia que consideren el escenario de una fuga en Recipientes de almacenamiento de GLP o accesorios durante la operación de descarga de semirremolques y/o auto-tanques. 	Elemento de SASISOPA X. <u>Control de actividades y procesos</u>	Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques	1.1.1	¿Qué pasa si durante la descarga de GLP el semirremolque se pusiera en movimiento?	Jefe operativo	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
4	Llevar registros de la vida útil de las válvulas de relevo de presión, 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.	Elemento de SASISOPA XI. <u>Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques	1.1.2	¿Qué pasa si el flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería?	Jefe operativo	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
				1.1.5	¿Qué pasa si no se realiza la correcta nivelación de presiones entre el semirremolque y el recipiente a llenar?		



No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del nodo o sistema	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
5	Verificar el funcionamiento seguro de los equipos, verificar las condiciones de diseño, realizar pruebas periódicas, recomendaciones del fabricante y control de corrosión. Los programas de mantenimiento deben estar constituidos conforme a lo señalado en el apartado XI punto 1 y XIV punto 2 del Sistema de Administración.	Elemento de SASISOPA <u>XIV. Monitoreo, verificación y evaluación</u>	Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques	1.1.2	¿Qué pasa si el flujo de descarga a través de la válvula de exceso de flujo del semirremolque no alcanza inmediatamente el valor de cierre ante la súbita ruptura de manguera o tubería?	Jefe de mantenimiento	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
6	Establecer un sistema de identificación de válvulas, instrumentos y equipos con la finalidad de evitar confusión en la aplicación de procedimientos.	Elemento de SASISOPA <u>IX. Mejores Prácticas y estándares</u>	Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques	1.1.5	¿Qué pasa si no se realiza la correcta nivelación de presiones entre el semirremolque y el recipiente a llenar?	Jefe operativo	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
7	Las válvulas de relevo hidrostático deben mantenerse protegidas de la intemperie mediante un capuchón.	Elemento de SASISOPA <u>XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	Subsistema 4.1 Auto-tanque	4.1.4	¿Qué pasa si hay una presión excesiva en la bomba?		Riesgo Tipo B Indeseable
8	Verificar que las válvulas: <ul style="list-style-type: none"> ➤ No presenten deterioro o corrosión en los resortes ➤ Daño físico. ➤ Que se encuentren lubricadas. ➤ Que el volante o maneral abra y cierre correctamente. 	Elemento de SASISOPA <u>XIV. Monitoreo, verificación y evaluación</u>	Subsistema 1.1. Recepción de semirremolques	1.1.5	¿Qué pasa si no se realiza la correcta nivelación de presiones entre el semirremolque y el recipiente a llenar?	Jefe de mantenimiento	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
			Subsistema 1.2 Almacenamiento de GLP	1.2.5	¿Qué pasa si ante una sobrepresión en el recipiente de almacenamiento fallará el secuenciado de apertura de las válvulas de seguridad contadas en aditamento multiport?		
9	En caso de que el recipiente de almacenamiento haya estado expuesto al fuego, deben efectuarse y aprobar las siguientes pruebas: <ul style="list-style-type: none"> ➤ El radiografiado del 100% de las soldaduras en el área afectada. ➤ Efectuarse y aprobar una medición ultrasónica de espesores en los términos de la Norma Oficial Mexicana NOM-013-SEDG-2002, o la que la sustituya. ➤ Medición de la dureza. ➤ Efectuarse y aprobar la prueba hidrostática a 1.3 veces la presión de diseño nominal, marcada en la placa de identificación, y en la cual se haya sostenido la presión por un periodo mínimo de 30 min. 	Elemento de SASISOPA <u>XIII. Preparación y respuesta a emergencias</u>	Subsistema 1.2 Almacenamiento de GLP	1.2.3	¿Qué pasa si se eleva la temperatura del líquido almacenado?	Jefe operativo	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
10	Se debe realizar una revisión al recipiente de almacenamiento de GLP, como máximo a los 10 años contados a partir de su fecha de fabricación, y posteriormente cada 5 años, de acuerdo con lo siguiente: I. Inspección visual II. Medición ultrasónica de espesores efectuada por parte de una Unidad de Inspección debidamente acreditada por una Entidad de Acreditación y aprobada en la NOM-013-SEDG-2002.	Elemento de SASISOPA <u>XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	Subsistema 1.2 Almacenamiento de GLP	1.2.4	¿Qué pasa si el recipiente se fractura?	Gerente general	Riesgo Tipo B Indeseable
			Subsistema 3.1 Recipiente no transportable	3.1.1	¿Qué pasa si el recipiente es llenado al 90 % en un día caluroso?	Jefe operativo	Riesgo Tipo B Indeseable
			Subsistema 4.1 Auto-tanque	4.1.3	¿Qué pasa si el auto-tanque colisiona?	Jefe de operaciones	Riesgo Tipo B Indeseable





No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del nodo o sistema	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
11	<p>El procedimiento de operación de suministro a auto-tanques debe cumplir al menos con las siguientes instrucciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Estacionar el auto-tanque en el lugar definido para el trasiego; ➤ Apagar el motor del auto-tanque; ➤ Accionar el freno; ➤ Desconectar el sistema eléctrico; ➤ Calzar las ruedas; ➤ Conectar a tierra el auto-tanque; ➤ Verificar el nivel del recipiente para evitar que sea llenado en exceso; ➤ Inspeccionar visualmente para confirmar que no hay evidencias de fugas; ➤ Inspeccionar el estado físico de la manguera de trasiego; ➤ Movimientos para la conexión de válvulas; ➤ Uso del acoplamiento de llenado o Acoplamiento de Llenado de Desconexión Seca, en caso de aplicar, para el suministro al auto-tanque; Arranque y parada de la bomba de trasiego, y Supervisión durante el suministro a auto-tanques. 	Elemento de SASISOPA <u>X. Control de actividades y procesos</u>	Subsistema 1.3 Suministro de gas l.p. a auto-tanques	1.3.1	¿Qué pasa si durante el trasiego de GLP a los auto-tanques el vehículo se moviera inesperadamente?	Jefe operativo	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
12	Las bombas se deben mantener perfectamente anclados, libres de vibraciones.	Elemento de SASISOPA <u>XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	Subsistema 1.3 Suministro de gas l.p. a auto-tanques	1.3.8	¿Qué pasa si hay cavitación en la bomba?	Jefe de mantenimiento	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
13	El filtro debe ser limpiado y purgado periódicamente, para impedir la falta de suministro de fluido a la bomba. La frecuencia dependerá de la aplicación y de las condiciones de funcionamiento y de la recomendación del fabricante.	Elemento de SASISOPA <u>X. Control de actividades y procesos</u>	Subsistema 1.3 Suministro de gas l.p. a auto-tanques	1.3.8	¿Qué pasa si hay cavitación en la bomba?	Jefe de mantenimiento	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
			Subsistema 4.1	4.1.5	¿Qué pasa si hay una presión excesiva en la bomba?	Gerente general	Riesgo Tipo B Indeseable
14	Se debe contar con una inspección visual y de fugas anual a las conexiones roscadas, bridadas o soldadas del sistema de tuberías.	Elemento de SASISOPA <u>X. Control de actividades y procesos</u>	Subsistema 1.3 Suministro de gas l.p. a auto-tanques	1.3.8	¿Qué pasa si hay cavitación en la bomba?	Jefe de mantenimiento	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
15	Los recipientes transportables para Gas L.P. fabricados bajo la NOM-011/1-SEDG-1999, tendrán una vida útil de 12 años a partir de su fecha de fabricación, al término de la cual deben ser retirados de servicio e inutilizados.	Elemento de SASISOPA <u>XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	Subsistema 1.4 Llenado de recipientes transportables	1.5.3	¿Qué pasa si el cilindro presenta falla en la soldadura del fondo durante el llenado?	Gerente general	Riesgo Tipo B Indeseable
16	Efectuar simulacros para evaluar el conocimiento de los procedimientos seguros de llenado de auto-tanques.	Elemento de SASISOPA <u>VI. Competencia del personal, capacitación y entrenamiento</u>	Subsistema 3.1 Recipiente no transportable	3.1.1	¿Qué pasa si el recipiente es llenado al 90 % en un día caluroso?	Jefe operativo	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
				3.1.2	¿Qué pasa si el recipiente no transportable es sobrellenado, es decir, sobre el 90 %?	Jefe operativo	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles





No.	Recomendación	Elemento del SASISOPA asociado a la recomendación	Identificación del nodo o sistema	Escenario de Riesgo		Responsables	Nivel de Riesgo
				No.	Descripción		
17	Verificar periódicamente que la válvula de seguridad se encuentre libre de residuos de los auto-tanques.	<u>Elemento de SASISOPA XI. Integridad mecánica y aseguramiento de la calidad</u>	Subsistema 3.1 Recipiente no transportable	3.1.1	¿Qué pasa si el recipiente es llenado al 90 % en un día caluroso?	Jefe operativo	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
				3.1.2	¿Qué pasa si el recipiente no transportable es sobrellenado, es decir, sobre el 90 %?		Riesgo Tipo B Indeseable
18	El personal operativo del Área de suministro a auto-tanques de GLP debe ser competente en el procedimiento de operación de esta área.	<u>Elemento de SASISOPA VI. Competencia del personal, capacitación y entrenamiento</u>	Subsistema 3.2 Suministro de gas l.p	3.2.3	¿Qué pasa si hay deficiencias en el procedimiento de suministro de Gas L.P.?	Gerente General	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
19	Reforzar la capacitación en el manejo de equipos y herramientas para el trasiego.						
20	Contar con un registro de las inspecciones y mantenimientos realizados a cada elemento de la Unidad de Transporte y Distribución contemplados en los programas, que incluya la evidencia documental de los últimos resultados.	<u>Elemento de SASISOPA X. Control de actividades y procesos</u>	Subsistema 3.2 Suministro de gas l.p	3.2.4	¿Qué pasa si se realizan arreglos improvisados al sistema de trasvase de la unidad?	Jefe de mantenimiento	Riesgo Tipo B Indeseable
21	El personal que realice la inspección y mantenimiento debe estar capacitado en la actividad específica, en el manejo de Gas Licuado de Petróleo y en los procedimientos de seguridad y mantenimiento.	<u>Elemento de SASISOPA VI. Competencia del personal, capacitación y entrenamiento</u>	Subsistema 3.2 Suministro de gas l.p	3.2.4	¿Qué pasa si se realizan arreglos improvisados al sistema de trasvase de la unidad?	Jefe de mantenimiento	Riesgo Tipo B Indeseable
22	Evaluar el conocimiento de los operadores en temas de: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Las acciones para prevenir Incidentes o Accidentes en la ruta de distribución ➤ La conducción de Unidades para distribución de Gas Licuado de Petróleo (incluir manejo a la defensiva) ➤ Información de emergencias durante el transporte de sustancias peligrosas ➤ Protocolo de Respuesta a Emergencias 	<u>Elemento de SASISOPA VI. Competencia del personal, capacitación y entrenamiento</u>	Subsistema 4.1 Auto-tanque	4.1.2	¿Qué pasa si el auto-tanque debe circular en un terreno con una pendiente considerable?	Jefe de operaciones	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
			Subsistema 4.1 Auto-tanque	4.1.3	¿Qué pasa si el auto-tanque colisiona?	Jefe de operaciones	Riesgo Tipo B Indeseable
			Subsistema 4.2 Vehículo de reparto	4.2.1	¿Qué pasa si el vehículo va a exceso de velocidad?	Jefe de operaciones	Riesgo Tipo B Indeseable
				4.2.2	¿Qué pasa si el vehículo de reparto colisiona?	Jefe de operaciones	Riesgo Tipo B Indeseable
				4.2.3	¿Qué pasa si hay una mala conexión del recipiente transportable a la instalación de aprovechamiento?	Jefe de operaciones	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
23	Evaluar las rutas o áreas de distribución a fin de determinar aquellas deterioradas o de difícil acceso.	<u>Elemento de SASISOPA X. Control de actividades y procesos</u>	Subsistema 4.1 Auto-tanque	4.1.2	¿Qué pasa si el auto-tanque debe circular en un terreno con una pendiente considerable?	Jefe de operaciones	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
24	Las unidades que realicen rutas con pendientes, deberán de llenarse a un nivel máximo de 50 %.	<u>Elemento de SASISOPA X. Control de actividades y procesos</u>	Subsistema 4.1 Auto-tanque	4.1.2	¿Qué pasa si el auto-tanque debe circular en un terreno con una pendiente considerable?	Jefe de operaciones	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
25	Mantener vigente los dictámenes de conformidad con la norma NOM-007-SESH-2010, Transporte y distribución de gas licuado de petróleo. Condiciones de seguridad, transporte y mantenimiento.	<u>Elemento de SASISOPA VIII. Control de documentos y registros</u>	Subsistema 4.1 Auto-tanque	4.1.4	¿Qué pasa si hay una presión excesiva en la bomba?	Gerente General	Riesgo Tipo B Indeseable
26	La inspección se debe realizar visualmente con la frecuencia establecida para cada componente del sistema contra incendio y se debe llevar un registro para controlar la evolución y desempeño de la instalación a lo largo del tiempo.	<u>Elemento de SASISOPA X. Control de actividades y procesos</u>	Subsistema 5.1 Bombas del sistema contra incendio	5.1.3	¿Qué pasa si falla la activación de las bombas durante un a emergencia?	Jefe de mantenimiento	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles
27	Se debe dar mantenimiento anual al sistema de tierras y verificar su continuidad eléctrica.	<u>Elemento de SASISOPA X. Control de actividades y procesos</u>	Subsistema 7.4 Conexión a tierra	7.4.1	¿Qué pasa si no existe una adecuada conexión a tierra?	Jefe de mantenimiento	Riesgo tipo C Aceptable pero con controles



	GAS EL SOBROANTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Recomendaciones derivadas del análisis preliminar (**PreHa**)

A continuación, se enlistan las recomendaciones derivadas de la fase preliminar de la evaluación de riesgo del presente estudio:

1. Se recomienda que en las tomas de recepción de semirremolques haya calzas, para el correcto procedimiento de descarga de semirremolques.
2. Los procedimientos deberán de estar debidamente indicados y visibles al personal operativo en las áreas donde se realiza trasiego de gas l.p.
3. El compresor deberá de contar con tubería de desfogue, y la descarga no debe dirigirse a ningún elemento de la planta de distribución.
4. Realizar una inspección visual y dar mantenimiento preventivo a las válvulas de relevo de presión como mínimo 2 veces al año.
5. Los accesorios del recipiente de almacenamiento, debe reemplazarse conforme al tiempo de vida útil establecido por el fabricante.
6. Dar mantenimiento y, en su caso, el reemplazo del dispositivo de separación de la manguera, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
7. Para la revisión previa y posterior al llenado de los recipientes se debe cumplir con lo dispuesto en la NOM-011/1-SEDG-1999.
8. Se debe dar mantenimiento anual al sistema para el vaciado de GLP de los recipientes.
9. Realizar las pruebas correspondientes sobre el buen funcionamiento de las bombas del sistema contra incendio, las cuales deberán quedar registradas en la bitácora de mantenimiento.
10. Realizar pruebas de presión mínima en los hidrantes, en el punto hidráulicamente más desfavorable. Dicha presión deberá ser:
 - a) Hidrantes de 38 mm (1 ½ pulgadas): 441.3 kPa (4.5 kgf/cm²) (65 psi), e
 - b) Hidrantes de 63.5 mm (2 ½ pulgadas): 686.5 kPa (7 kgf/cm²) (100 psi).



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

**INSTALACIONES EN OPERACIÓN
(ARSH)**

CAPÍTULO X CONCLUSIONES



GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de
Distribución

Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

	GAS EL SOBROANTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

X.1. CONCLUSIONES DERIVADAS DEL ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS

El proceso metodológico para llevar a cabo el Análisis y Evaluación de Riesgos del presente proyecto, se desarrolló en las siguientes etapas:

1. Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo, dicha etapa consiste en realizar un análisis preliminar de peligros, considerar los antecedentes de accidentes e incidentes ocurridos en instalaciones similares, o bien, aquellos relacionados con la actividad de distribución de gas l.p. mediante planta de distribución que lleva a cabo la empresa, para posteriormente llevar a cabo la evaluación de peligros mediante la selección de la metodología seleccionada y la posterior jerarquización de los escenarios de riesgo.
2. Análisis cuantitativo de riesgo, en donde por una parte se realiza un análisis de frecuencia de los escenarios de riesgo identificados y ubicados en las regiones de riesgo no tolerable, y aquellos ubicados en la región ALARP con interés particular para su evaluación y por otra se lleva a cabo un análisis de consecuencias a fin de determinar los radios potenciales de afectación, lo cual se realizará mediante el software SCRI Fuego 2.2.
3. Análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo con las zonas vulnerables en los rubros de daños al personal, daño a la población, daños al medio ambiente y daño a las instalaciones.
4. Finalmente se realiza la obtención del riesgo residual a través del reposicionamiento de escenarios considerando la implementación de dichos los controles y medidas de reducción de riesgos para mitigar el riesgo inherente de la instalación, además los resultados del análisis de frecuencias (árbol de fallas) y del análisis de consecuencias, vulnerabilidad e interacciones de riesgo.

En la primera etapa del proceso metodológico del Análisis y Evaluación de Riesgos del proyecto, se identificaron las etapas que conforman el proceso operativo de distribución de gas l.p. mediante Planta de Distribución, las propiedades físico químicas de la sustancia química peligrosa empleada en el proceso operativo, así como las áreas operativas que integran la instalación a fin de poder identificar los posibles peligros inherentes.

La actividad que se lleva a cabo en las instalaciones es relativamente simple, ya que no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se desarrollan reacciones químicas, aunque si hay un cambio de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura. Básicamente, la actividad consiste en el trasiego del gas l.p. de un recipiente a otro, es decir, se realiza la recepción de semirremolques para la guarda temporal y su posterior suministro a auto-tanques y recipientes transportables.

Las líneas productivas sólo involucran la recepción del GLP desde los semirremolques para su posterior descarga mediante el equipo adecuado, que en este caso es un compresor. Posteriormente se efectúa su almacenamiento temporal en un recipiente de tipo intemperie cilíndrico horizontal con capacidad de 250,000 litros al 100% agua. Finalmente se hace el trasiego del GLP hacia los auto-tanques y recipientes transportables para su distribución y/o comercialización a los usuarios finales. Para llevar a cabo dichas actividades, se hace uso de bombas, las cuales cubren los requisitos técnicos y de seguridad para tales fines.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Por lo que de manera general se puede decir que las actividades que se llevan a cabo como parte de la actividad de Distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. son relativamente sencillas, ya que no se llevan a cabo procesos de transformación de materiales ni se desarrollan reacciones químicas, aunque si se lleva a cabo el cambio de líquido a vapor por variación de presión y temperatura.

En síntesis, para efectuar la distribución de Gas L.P. la empresa hace uso de los siguientes elementos:

- Toma de recepción de semirremolques.
- Zona de almacenamiento (Un recipiente de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros al 100% agua).
- Toma de suministro a auto-tanques.
- Muelle de llenado de recipientes transportables.

Asimismo, se realizó el análisis de antecedentes de accidentes e incidentes en procesos similares, tanto en las actividades realizadas en el interior de la planta, como durante el transporte y la distribución. Dicho análisis sirve como referencia para llevar a cabo un mejor reconocimiento de las actividades, y equipos donde ocurren con mayor frecuencia.

Considerando la actividad que realiza el permisionario al amparo del Título de Permiso LP/14469/DIST/PLA/2016, así como las propiedades fisicoquímicas del gas l.p. y antecedentes de accidentes, se identificaron los posibles riesgos para la instalación los cuales se relacionan con los siguientes eventos:

- Flamazo (Flash Fire)
- Dardo de fuego (Jet Fire)
- Bola de fuego (Fire Ball)
- Explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (BLEVE)
- Explosión de una nube de vapor no confinada

Bajo estas condiciones y considerando la información disponible de las instalaciones se realizó la selección de la metodología que permitiera identificar de manera preliminar los peligros inherentes de la instalación, acorde a la etapa de ciclo de vida de la instalación, que, en este caso particular, comprende la etapa de operación y mantenimiento, por lo que, para el Análisis Preliminar de Peligros, se aplicó la metodología PreHa (Preliminary Hazard), para la cual se dividió en nodos y que de acuerdo a la metodología elegida se determinaron que aquellos escenarios con evaluación numérica entre I y II correspondiente a una evaluación de "Catastrófico" y "Crítico" y que, conforme a la matriz de evaluación obtenida de *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures*, se espera realizar un segundo análisis con la metodología What if...?, para determinar si es conveniente realizar el análisis de consecuencias y determinar el alcance de las mismas en caso de la ocurrencia de dicho evento.

De acuerdo a los resultados obtenidos del "Informe de Resultados del Análisis Preliminar" se determinó que aquellos escenarios con evaluación numérica entre I y II correspondiente a una evaluación de "Catastrófico" y "Crítico" y que, conforme a la matriz de evaluación obtenida de *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures*, se espera realizar un segundo análisis con la metodología What if...?.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

A continuación, se enlistan las recomendaciones derivadas de la fase preliminar de la evaluación de riesgo del presente estudio:

1. Se recomienda que en las tomas de recepción de semirremolques haya calzas, para el correcto procedimiento de descarga de semirremolques.
2. Los procedimientos deberán de estar debidamente indicados y visibles al personal operativo en las áreas donde se realiza trasiego de gas l.p.
3. El compresor deberá de contar con tubería de desfogue, y la descarga no debe dirigirse a ningún elemento de la planta de distribución.
4. Realizar una inspección visual y dar mantenimiento preventivo a las válvulas de relevo de presión como mínimo 2 veces al año.
5. Los accesorios del recipiente de almacenamiento, debe reemplazarse conforme al tiempo de vida útil establecido por el fabricante.
6. Dar mantenimiento y, en su caso, el reemplazo del dispositivo de separación de la manguera, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
7. Para la revisión previa y posterior al llenado de los recipientes se debe cumplir con lo dispuesto en la NOM-011/1-SEDG-1999.
8. Se debe dar mantenimiento anual al sistema para el vaciado de GLP de los recipientes.
9. Realizar las pruebas correspondientes sobre el buen funcionamiento de las bombas del sistema contra incendio, las cuales deberán quedar registradas en la bitácora de mantenimiento.
10. Realizar pruebas de presión mínima en los hidrantes, en el punto hidráulicamente más desfavorable. Dicha presión deberá ser:
 - a) Hidrantes de 38 mm (1 ½ pulgadas): 441.3 kPa (4.5 kgf/cm²) (65 psi), e
 - b) Hidrantes de 63.5 mm (2 ½ pulgadas): 686.5 kPa (7 kgf/cm²) (100 psi).

Posteriormente, con los resultados del Análisis Preliminar de Peligros se procedió a realizar la identificación de peligros y de escenarios de riesgo mediante la metodología de análisis de riesgo cualitativa denominada "What If...?". En tanto que la jerarquización de los escenarios se hizo con base en los criterios establecidos en el documento COMERI 144 Rev.2/Guía Operativa GO-SS-TC-0002-2015 Ver 1., utilizando la tabla de categorías de consecuencias de los eventos y la tabla de categoría de frecuencias de ocurrencia de los eventos para determinar el nivel de riesgo de cada uno de los escenarios.

Una vez obtenidos los resultados de la metodología What If...? se determinó un total de 72 escenarios, los cuales se evaluaron de acuerdo con la matriz de apoyo elegida. Dicho análisis muestra lo siguiente:

Daños al personal:

El 17% de los escenarios para esta categoría, muestran un nivel de riesgo **no tolerable (tipo C)**. Dichos escenarios toman en cuenta que el inicio de un evento se debe al factor humano, por errores en la ejecución de procedimientos de descarga, y suministro de gas l.p., así como durante la distribución de dicho componente, así como por la falta de atención oportuna ante una emergencia, mientras que el 23% de dichos escenarios competen a la categoría de riesgos aceptable, pero con controles tipo C, considerados dentro de la Zonal ALARP, es decir, siempre y cuando los procedimientos de trasiego y distribución se lleven



	GAS EL SOBROANTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

a cabo de forma adecuada y el entrenamiento al personal para las operaciones de trasiego y atención de emergencias sea de forma continua y evaluada, no se presentaran dichos eventos y por ende la afectación al propio personal de la planta.

Efectos en la población:

El 11% de los escenarios para la evaluación con el receptor de la población, muestra un nivel de riesgo **no tolerable (tipo C)**, tomando en cuenta la magnitud que podrían presentar los eventos de acuerdo al historial de accidentes registrados, sin embargo, la localización de la planta de distribución se halla dentro de una zona rural poco poblada. Por lo que en el análisis de consecuencias se analizarán los alcances de los efectos de cada uno de los eventos para determinar la magnitud y por ende el efecto sobre la población.

Impacto ambiental:

El 5% de los escenarios evaluados podría conllevar una afectación al medio ambiente, considerando que la mayor parte de la zona donde se encuentra la planta de distribución está rodeada de una vegetación será necesario determinar la magnitud de los eventos y evaluar si estos podrían afectar a la flora y fauna del lugar.

Daño a las instalaciones:

Considerando la escala de magnitud propuesta en la matriz para la evaluación por daño a instalaciones solo el 3% de los escenarios tiene un nivel de riesgo **NO TOLERABLE**, lo cual indicaría que se tuvieran pérdidas de hasta 5,000,000.00 millones de dólares, lo cual se verificará más adelante con el análisis de consecuencias.

Para la determinación de los escenarios de riesgo de la planta de distribución de gas l.p. se consideran aquellos resultantes en una evaluación con riesgo indeseable derivados de la metodología What if...?, para poder realizar el análisis de consecuencias. Por lo que derivaron los siguientes escenarios:

- **ESCENARIO 001.** Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. al recipiente de almacenamiento.
- **ESCENARIO 002.** Fuga de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque debido al desprendimiento de la manguera de líquido mientras el compresor sigue funcionando.
- **ESCENARIO 003.** BLEVE del semirremolque
- **ESCENARIO 004.** Blevé del recipiente de almacenamiento de 250,000 litros debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo.
- **ESCENARIO 005.** Fuga de gas l.p. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento.
- **ESCENARIO 006.** Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque.
- **ESCENARIO 007.** Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación la misma.
- **ESCENARIO 008.** Fuga de gas l.p. debido al desfonde de un recipiente transportable.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

- **ESCENARIO 009.** Blevé del auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico.
- **ESCENARIO 010.** Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto - tanque.
- **ESCENARIO 011.** Fuga de gas l.p. ocasionada por los remanentes en la manguera del auto-tanque
- **ESCENARIO 012.** Blevé de un auto - tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente.
- **ESCENARIO 013.** Desfogue de la válvula de seguridad del auto-tanque, dado el incremento de presión y temperatura interna por una fuente de ignición externa.

Como parte del Análisis Cuantitativo de Riesgo se llevó a cabo un Análisis de Frecuencias mediante la metodología del **Árbol de Fallas** y que, de acuerdo a la asignación de probabilidades del Manual de seguridad industrial en plantas químicas, J.M. Storch de Gracia, Pág. 322, el orden de magnitud 10^{-2} le corresponde a los eventos PROBABLES, los cuales han ocurrido o pueden ocurrir varias veces al año, mientras tanto el orden de magnitud 10^{-4} de los eventos 001, 002, 006, 007, 008 y 010 corresponde a eventos IMPROBABLES, es decir, no se han presentado en 5 años. Mientras tanto, el evento 003, 004, 009 y 012 al tener un orden de magnitud menor a 10^{-8} ; además del evento 005 y 013 al tener un orden de magnitud menor a 10^{-7} , son eventos MUY IMPROBABLES, donde no se ve la posibilidad de que ocurra el riesgo. En el presente Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, se considera que el Evento 002 es el iniciador del evento 003 y este a su vez del 004.

- ⇒ **Eventos más probables:** de acuerdo a las **frecuencias de ocurrencia** que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que se cuenta en las instalaciones es poco probable que se presente un evento que pueda generar algún tipo de riesgo, tanto para las instalaciones, personal, medio ambiente y población. Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan **mayor frecuencia de ocurrencia (respecto a los demás)**, como son los eventos **001, 002, 006, 007, 008, 010**. Pero en caso de presentarse, estos eventos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.
- ⇒ **Eventos alternos:** de acuerdo al desarrollo del evento **002** (caso alternativo), bajo las suposiciones planteadas que, conllevaría al desarrollo del escenario **003** y/o escenario **004**. Asimismo, se considera el evento **005** y **013** (Explosión de gas no confinado, liberado por el desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento y auto tanque), donde se prevé la incidencia de radiación térmica sobre estos recipientes de almacenamiento que desencadenarían dichos eventos.
- ⇒ **Evento catastrófico (peor caso):** si bien, la probabilidad del evento **003** es prácticamente improbable, este puede desencadenar el evento **004** (Blevé del recipiente de almacenamiento de 250,000 litros), el cual es considerado el evento catastrófico por ser el evento que tienen en consideración la capacidad máxima de almacenamiento. Además del evento **009** (Blevé del auto tanque por volcadura), durante la actividad de distribución, la cual podría considerarse como uno de los peores casos dadas las consecuencias que pueda conllevar.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Es importante mencionar que las instalaciones se cuentan con las medidas de seguridad para prevenir que ocurran dichos eventos, por lo que se presentan como eventos sobrestimados, para poder predecir los posibles daños críticos.

En tanto que, mediante el Análisis de Consecuencias, se determinaron los radios potenciales de afectación por radiación térmica y sobrepresión, mediante el Software SCRI Fuego V.2.2. En este sentido se determinó que los casos más probables derivan de fugas de gas l.p., las cuales dan lugar dependiendo de las condiciones y de la cercanía de la fuente de ignición y que pueden ser dardo de fuego, explosiones de nubes de vapor y/o llamaradas. En este sentido, para las llamaradas no se definen zonas de alto riesgo y amortiguamiento debido a su corta duración, generalmente se asume que la zona delimitada 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.

Una vez analizado el alcance de cada uno de los escenarios planteados correspondientes a fugas de gas l.p. en determinados equipos, los cuales podrían causar incendios e incluso explosiones y, de conformidad con los parámetros establecidos de radiación y sobrepresión, se concluye que, de los 13 escenarios con sus correspondientes posibilidades de incendio derivadas en *llamaradas, dardos de fuego, explosión de nubes de vapor inflamables no confinadas, blevés de los recipientes de almacenamiento y explosión equivalente de trinitrotolueno* y dadas las actividades desarrolladas tanto en el interior (*actividades de trasiego de gas l.p.*), como en el exterior (*entrega final de gas l.p. al usuario*) de la planta de distribución, se determinó que la magnitud de los radios de los eventos 002, 005, 006, 007, 008.1, 010, 013, por afectación de radiación térmica quedan comprendidos dentro de las instalaciones de la planta y el predio total correspondiente a la empresa. De la misma forma, el alcance de los radios por sobrepresión de los eventos 001, 003, 004, 008 quedan de igual manera comprendidos dentro del área de las instalaciones de la planta y el predio total de la empresa, lo que se traduciría a descartar la afectación a elementos de población y/o instalaciones de terceros y los efectos por daño al personal, instalaciones y el medio ambiente persisten y se evalúan conforme a los niveles de incidencia sobre cada uno de los elementos.

Al mismo tiempo los eventos 002, 005, y 007, conllevan alcances que sobrepasan los límites de la planta y que en la mayoría de casos la instalación que podría verse afectada podría ser la identificada bodega de almacenamiento de maquinaria “El Caporal”, en la cual se constató no alberga a población de forma permanente en el interior de sus instalaciones y que en su interior solo se utiliza como bodega de almacenamiento de maquinaria. Por lo que la incidencia de los efectos por radiación térmica y/o sobrepresión sobre esta instalación dependerán de la magnitud de los radios de los eventos desarrollados.

Por otro lado, los eventos desarrollados 003 y 004 correspondientes a la blevé del semirremolque y recipiente de almacenamiento dentro de las instalaciones de la planta, tienen radios con un alcance considerable por afectación de radiación térmica, sin embargo, dado que el nivel de radiación térmica sobre cualquier receptor es inversamente proporcional a la distancia, y que, al aumentar esta, los efectos sobre los elementos identificados son menores. El evento 004 “blevé de un recipiente de almacenamiento de



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

250,000 litros” el cuál se determinó es el de mayor alcance por su magnitud se describe lo siguiente:

Dentro de la zona de alto riesgo por daños a equipos es decir dentro de un nivel de radiación de **37.5 kw/m²** donde se alcanza una distancia de **246.10 m**, además de las áreas de operación propias de la planta, se encuentra la denominada “Bodega de almacenamiento de maquinaria – El Caporal”, a una distancia aproximada de 50 m medidos desde la tangente del recipiente de almacenamiento, donde las afectaciones que se podrían tener son principalmente por daño a equipos, puesto que se prevé el colapso de estructuras, severos daños a recipientes de almacenamiento, la maquinaria que alberga en dicha instalación es de tipo agrícola.

A un nivel de radiación de **12.50 kw/m²** que comprende hasta una distancia de **501.18 m**, se encuentra el denominado “Rancho Blanco”, donde se prevén quemaduras de hasta 2do. grado en piel desnuda, sin embargo, de acuerdo con la búsqueda del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2016), no se hallan habitantes de forma permanente en dicho lugar.

Mientras que hasta un nivel de **5.00 kw/m²** se encuentra el Rancho “El Lucero de Don Rodolfo”, el cual se encuentra a una distancia de **606.78 m** aproximadamente y medidos desde el origen del evento, la radiación equivalente incidente sobre dicho rancho es de **7.17 kw/m²** donde se podrían presentar quemaduras de 1er grado en piel desnuda, y bajo una prolongación continua, y hasta la formación de ampollas, sin embargo, dada la duración de la bola de fuego equivalente a **18.2 segundos**, así como su diámetro de **284.77 m**, esta afectación podría descartarse, dicho lugar cuenta con 3 habitantes reportados en el Inventario Nacional de Viviendas – Espacios y datos de México. Además, se halla la Planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Madera (donde no se alberga población) a una distancia de **795.42 m**, y con una radiación equivalente a **4.44 kw/m²** donde se prevé que a este nivel de radiación térmica se pueda causar daño a la población, dentro de estos niveles de radiación y de acuerdo con la bibliografía “daños ocasionados en caso de incendio de acuerdo a la intensidad (Less, 1991)”, se podrían esperar daños a las personas que no estén protegidas por lo menos en 20 segundos, y las cuales podrían llegar a sufrir quemaduras de primer grado si no hay protección en la piel

En la zona de amortiguamiento correspondiente a 1.4 kw/m², que abarca una distancia de hasta **1524.34 m**, se halla comprendido entre una distancia desde **606.78 m** hasta **1524.34 m** los siguientes lugares: el Aserradero, el Rastro, el Monasterio, Materiales del Noroeste, El Saucito y una casa perteneciente a Cd. Madera donde no se prevén graves afectaciones puesto que el flujo térmico comprendido entre un nivel de radiación de que va desde los 5.0 kw/m² hasta 1.4 kw/m² y que, dentro de las afectaciones, abarca desde dolor después de 20 segundos de exposición continua y la factibilidad de la formación de ampollas, asimismo las casas pueden quedar parcialmente demolidas, sin embargo se considera que dichos niveles de radiación son los máximos a los que se puede someter al ser humano sin daños graves debidos a exposiciones prolongadas.

Por otro lado, los efectos por sobrepresión de dichos escenarios calculados con el método de cuantificación de la energía liberada en explosiones basado en la “Equivalencia de trinitrotolueno (TNT)” quedan comprendidos dentro de las instalaciones de la planta y el predio total perteneciente a la empresa, donde se podría esperar daño severo a equipos de



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

proceso y tubería dañada, así como la posibilidad de daños a cimientos y a infraestructura de acero.

Finalmente se consideraron los eventos **008,009, 010, 011, 012 y 013** los cuales pueden ocurrir durante la operación de trasiego dentro de las instalaciones de la planta, como durante la distribución de gas l.p. y conexión al usuario final. Bajo este contexto las afectaciones generadas en caso de la ocurrencia de alguno de los eventos por radiación térmica y sobrepresión variarán dependiendo de la capacidad del auto-tanque y/o vehículo de reparto, así como de las características de la población, calidad paisajística e instalaciones halladas en las rutas de distribución contempladas por la planta.

Conviene subrayar que los eventos propuestos son supuestos de una secuencia de fallas que detonan y dan lugar a la ocurrencia de un accidente. Dado que dichos escenarios hipotéticos pueden ocurrir tanto en el interior de la planta como en la distribución y venta de gas l.p. la Planta de Distribución de Gas l.p. Cd. Madera, Chihuahua perteneciente a Gas El Sobrante, S.A. de C.V. el cual cuenta con la póliza de seguro por responsabilidad civil no. 30051844 30049536 expedida por Seguros Inbursa, S.A. con vigencia hasta el 19 de junio del 2024.

En cuanto a componentes ambientales que pudieran verse afectados, se tienen los elementos de la atmósfera, agua, suelo, flora y fauna que a su vez se estudian tanto en el interior como en el exterior. Durante la visita de campo realizada a las instalaciones se pudieron identificar las siguientes especies de flora al interior de la planta:

Pasto o zacate (*Brachiaria sp*), destacado que no se enlista en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Asimismo, para los radios de afectación cuyo alcance rebasan los límites de la planta de distribución, en el municipio no se localizan especies de Pinus o Quercus, únicamente se localizan terrenos con actividades agrícolas, mismo que se puede corroborar con la consulta de la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (2010), el cual corresponde a *Agricultura de Temporal*.

Ahora bien, dentro del rubro de la fauna dentro de las instalaciones solo se pudo detectar las especies de aves como: Gorrión (*Passer domesticus*), Tórtolas (*Columbina inca*), Cenzontle (*Mimus sp.*), Golondrina (*Hirundo rustica*), sin embargo, dada la naturaleza del desarrollo de las actividades no se prevé afectación a estas especies. Asimismo, se recurrió a la información bibliográfica para determinar las especies potenciales que podrían encontrarse en la zona aledaña a la Planta de Distribución las cuales podrían ser:

- Mamíferos: La nutria *Lutra longicaudis annectens*, el lince *Lynx rufus*, el venado bura *Odocoileus hemionus*, el puma *Puma concolor*, el jabalí *Pecari tajacu*, el oso *Ursus americanus*.
- Aves: *Anas acuta*, *A. discors*, águila real *Aquila chrysaetos*, guacamaya verde *Ara militaris*, *Aythya affinis*, *Campephilus imperialis*, *Euptilotis neoxenus*, *Larus heermanni*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Strix occidentalis*.

La última etapa referente al reposicionamiento de escenarios, una vez reevaluados los escenarios en conformidad con las frecuencias y consecuencias analizadas, se determina



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

que, de todos de los escenarios evaluados (72) solo el 36% de los escenarios corresponde a un riesgo aceptable por daños al personal, un 24% con efectos en la población, y un 31% y 26% con riesgo aceptable, pero con controles para los elementos de medio ambiente y daño a las instalaciones.

Dada las medidas preventivas que se llevan dentro de la planta de distribución de gas l.p. localizada en Ciudad de Madera, Chihuahua perteneciente a la empresa Gas El Sobrante S.A. de C.V., refiriéndonos a estas como llevar a cabo los programas de mantenimiento a equipos e instrumentos, los programas de capacitación, y los programas de simulacros. Se determina que la instalación cuenta con un nivel de riesgo **ACEPTABLE, pero con controles,** por lo que para continuar con la realización de las actividades que conllevan un riesgo inherente dadas las características de la sustancia manejada se encomienda seguir las medidas y recomendaciones señaladas en el capítulo XI del presente Estudio de Riesgo.



ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2

**INSTALACIONES EN OPERACIÓN
(ARSH)**

CAPÍTULO X CONCLUSIONES



GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.

Distribución de Gas Licuado de Petróleo mediante Planta de
Distribución

Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016

CONSULTORES ASOCIADOS EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y PROTECCIÓN AMBIENTAL.
PRIVADA 19 SUR 1907, COLONIA SANTIAGO, EN PUEBLA, PUEBLA. C.P. 72160. TEL: 222 281-02-89.
e-mail: ahg.consultoresambientales@gmail.com

	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

X.1. CONCLUSIONES DERIVADAS DEL ANÁLISIS DE RIESGO DEL SECTOR HIDROCARBUROS

El proceso metodológico para llevar a cabo el Análisis y Evaluación de Riesgos del presente proyecto, se desarrolló en las siguientes etapas:

1. Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgo, dicha etapa consiste en realizar un análisis preliminar de peligros, considerar los antecedentes de accidentes e incidentes ocurridos en instalaciones similares, o bien, aquellos relacionados con la actividad de distribución de gas l.p. mediante planta de distribución que lleva a cabo la empresa, para posteriormente llevar a cabo la evaluación de peligros mediante la selección de la metodología seleccionada y la posterior jerarquización de los escenarios de riesgo.
2. Análisis cuantitativo de riesgo, en donde por una parte se realiza un análisis de frecuencia de los escenarios de riesgo identificados y ubicados en las regiones de riesgo no tolerable, y aquellos ubicados en la región ALARP con interés particular para su evaluación y por otra se lleva a cabo un análisis de consecuencias a fin de determinar los radios potenciales de afectación, lo cual se realizará mediante el software SCRI Fuego 2.2.
3. Análisis de vulnerabilidad e interacciones de riesgo con las zonas vulnerables en los rubros de daños al personal, daño a la población, daños al medio ambiente y daño a las instalaciones.
4. Finalmente se realiza la obtención del riesgo residual a través del reposicionamiento de escenarios considerando la implementación de dichos los controles y medidas de reducción de riesgos para mitigar el riesgo inherente de la instalación, además los resultados del análisis de frecuencias (árbol de fallas) y del análisis de consecuencias, vulnerabilidad e interacciones de riesgo.

En la primera etapa del proceso metodológico del Análisis y Evaluación de Riesgos del proyecto, se identificaron las etapas que conforman el proceso operativo de distribución de gas l.p. mediante Planta de Distribución, las propiedades físico químicas de la sustancia química peligrosa empleada en el proceso operativo, así como las áreas operativas que integran la instalación a fin de poder identificar los posibles peligros inherentes.

La actividad que se lleva a cabo en las instalaciones es relativamente simple, ya que no se tiene ningún proceso de transformación de materiales, ni se desarrollan reacciones químicas, aunque si hay un cambio de estado líquido a vapor por variación de presión y temperatura. Básicamente, la actividad consiste en el trasiego del gas l.p. de un recipiente a otro, es decir, se realiza la recepción de semirremolques para la guarda temporal y su posterior suministro a auto-tanques y recipientes transportables.

Las líneas productivas sólo involucran la recepción del GLP desde los semirremolques para su posterior descarga mediante el equipo adecuado, que en este caso es un compresor. Posteriormente se efectúa su almacenamiento temporal en un recipiente de tipo intemperie cilíndrico horizontal con capacidad de 250,000 litros al 100% agua. Finalmente se hace el trasiego del GLP hacia los auto-tanques y recipientes transportables para su distribución y/o comercialización a los usuarios finales. Para llevar a cabo dichas actividades, se hace uso de bombas, las cuales cubren los requisitos técnicos y de seguridad para tales fines.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Por lo que de manera general se puede decir que las actividades que se llevan a cabo como parte de la actividad de Distribución de Gas L.P. mediante Planta de Distribución propiedad de Gas El Sobrante, S.A. de C.V. son relativamente sencillas, ya que no se llevan a cabo procesos de transformación de materiales ni se desarrollan reacciones químicas, aunque si se lleva a cabo el cambio de líquido a vapor por variación de presión y temperatura.

En síntesis, para efectuar la distribución de Gas L.P. la empresa hace uso de los siguientes elementos:

- Toma de recepción de semirremolques.
- Zona de almacenamiento (Un recipiente de almacenamiento con capacidad de 250,000 litros al 100% agua).
- Toma de suministro a auto-tanques.
- Muelle de llenado de recipientes transportables.

Asimismo, se realizó el análisis de antecedentes de accidentes e incidentes en procesos similares, tanto en las actividades realizadas en el interior de la planta, como durante el transporte y la distribución. Dicho análisis sirve como referencia para llevar a cabo un mejor reconocimiento de las actividades, y equipos donde ocurren con mayor frecuencia.

Considerando la actividad que realiza el permisionario al amparo del Título de Permiso LP/14469/DIST/PLA/2016, así como las propiedades fisicoquímicas del gas l.p. y antecedentes de accidentes, se identificaron los posibles riesgos para la instalación los cuales se relacionan con los siguientes eventos:

- Flamazo (Flash Fire)
- Dardo de fuego (Jet Fire)
- Bola de fuego (Fire Ball)
- Explosión de vapores en expansión de un líquido en ebullición (BLEVE)
- Explosión de una nube de vapor no confinada

Bajo estas condiciones y considerando la información disponible de las instalaciones se realizó la selección de la metodología que permitiera identificar de manera preliminar los peligros inherentes de la instalación, acorde a la etapa de ciclo de vida de la instalación, que, en este caso particular, comprende la etapa de operación y mantenimiento, por lo que, para el Análisis Preliminar de Peligros, se aplicó la metodología PreHa (Preliminary Hazard), para la cual se dividió en nodos y que de acuerdo a la metodología elegida se determinaron que aquellos escenarios con evaluación numérica entre I y II correspondiente a una evaluación de "Catastrófico" y "Crítico" y que, conforme a la matriz de evaluación obtenida de *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures*, se espera realizar un segundo análisis con la metodología What if...?, para determinar si es conveniente realizar el análisis de consecuencias y determinar el alcance de las mismas en caso de la ocurrencia de dicho evento.

De acuerdo a los resultados obtenidos del "Informe de Resultados del Análisis Preliminar" se determinó que aquellos escenarios con evaluación numérica entre I y II correspondiente a una evaluación de "Catastrófico" y "Crítico" y que, conforme a la matriz de evaluación obtenida de *Guidelines for Hazard Evaluation Procedures*, se espera realizar un segundo análisis con la metodología What if...?.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

A continuación, se enlistan las recomendaciones derivadas de la fase preliminar de la evaluación de riesgo del presente estudio:

1. Se recomienda que en las tomas de recepción de semirremolques haya calzas, para el correcto procedimiento de descarga de semirremolques.
2. Los procedimientos deberán de estar debidamente indicados y visibles al personal operativo en las áreas donde se realiza trasiego de gas l.p.
3. El compresor deberá de contar con tubería de desfogue, y la descarga no debe dirigirse a ningún elemento de la planta de distribución.
4. Realizar una inspección visual y dar mantenimiento preventivo a las válvulas de relevo de presión como mínimo 2 veces al año.
5. Los accesorios del recipiente de almacenamiento, debe reemplazarse conforme al tiempo de vida útil establecido por el fabricante.
6. Dar mantenimiento y, en su caso, el reemplazo del dispositivo de separación de la manguera, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
7. Para la revisión previa y posterior al llenado de los recipientes se debe cumplir con lo dispuesto en la NOM-011/1-SEDG-1999.
8. Se debe dar mantenimiento anual al sistema para el vaciado de GLP de los recipientes.
9. Realizar las pruebas correspondientes sobre el buen funcionamiento de las bombas del sistema contra incendio, las cuales deberán quedar registradas en la bitácora de mantenimiento.
10. Realizar pruebas de presión mínima en los hidrantes, en el punto hidráulicamente más desfavorable. Dicha presión deberá ser:
 - a) Hidrantes de 38 mm (1 ½ pulgadas): 441.3 kPa (4.5 kgf/cm²) (65 psi), e
 - b) Hidrantes de 63.5 mm (2 ½ pulgadas): 686.5 kPa (7 kgf/cm²) (100 psi).

Posteriormente, con los resultados del Análisis Preliminar de Peligros se procedió a realizar la identificación de peligros y de escenarios de riesgo mediante la metodología de análisis de riesgo cualitativa denominada "What If...?". En tanto que la jerarquización de los escenarios se hizo con base en los criterios establecidos en el documento COMERI 144 Rev.2/Guía Operativa GO-SS-TC-0002-2015 Ver 1., utilizando la tabla de categorías de consecuencias de los eventos y la tabla de categoría de frecuencias de ocurrencia de los eventos para determinar el nivel de riesgo de cada uno de los escenarios.

Una vez obtenidos los resultados de la metodología What If...? se determinó un total de 72 escenarios, los cuales se evaluaron de acuerdo con la matriz de apoyo elegida. Dicho análisis muestra lo siguiente:

Daños al personal:

El 17% de los escenarios para esta categoría, muestran un nivel de riesgo **no tolerable (tipo C)**. Dichos escenarios toman en cuenta que el inicio de un evento se debe al factor humano, por errores en la ejecución de procedimientos de descarga, y suministro de gas l.p., así como durante la distribución de dicho componente, así como por la falta de atención oportuna ante una emergencia, mientras que el 23% de dichos escenarios competen a la categoría de riesgos aceptable, pero con controles tipo C, considerados dentro de la Zonal ALARP, es decir, siempre y cuando los procedimientos de trasiego y distribución se lleven



	GAS EL SOBROANTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

a cabo de forma adecuada y el entrenamiento al personal para las operaciones de trasiego y atención de emergencias sea de forma continua y evaluada, no se presentaran dichos eventos y por ende la afectación al propio personal de la planta.

Efectos en la población:

El 11% de los escenarios para la evaluación con el receptor de la población, muestra un nivel de riesgo **no tolerable (tipo C)**, tomando en cuenta la magnitud que podrían presentar los eventos de acuerdo al historial de accidentes registrados, sin embargo, la localización de la planta de distribución se halla dentro de una zona rural poco poblada. Por lo que en el análisis de consecuencias se analizarán los alcances de los efectos de cada uno de los eventos para determinar la magnitud y por ende el efecto sobre la población.

Impacto ambiental:

El 5% de los escenarios evaluados podría conllevar una afectación al medio ambiente, considerando que la mayor parte de la zona donde se encuentra la planta de distribución está rodeada de una vegetación será necesario determinar la magnitud de los eventos y evaluar si estos podrían afectar a la flora y fauna del lugar.

Daño a las instalaciones:

Considerando la escala de magnitud propuesta en la matriz para la evaluación por daño a instalaciones solo el 3% de los escenarios tiene un nivel de riesgo **NO TOLERABLE**, lo cual indicaría que se tuvieran pérdidas de hasta 5,000,000.00 millones de dólares, lo cual se verificará más adelante con el análisis de consecuencias.

Para la determinación de los escenarios de riesgo de la planta de distribución de gas l.p. se consideran aquellos resultantes en una evaluación con riesgo indeseable derivados de la metodología What if...?, para poder realizar el análisis de consecuencias. Por lo que derivaron los siguientes escenarios:

- **ESCENARIO 001.** Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. al recipiente de almacenamiento.
- **ESCENARIO 002.** Fuga de gas l.p. a través de la válvula de descarga del semirremolque debido al desprendimiento de la manguera de líquido mientras el compresor sigue funcionando.
- **ESCENARIO 003.** BLEVE del semirremolque
- **ESCENARIO 004.** Blevé del recipiente de almacenamiento de 250,000 litros debido a la pérdida de la integridad mecánica del mismo.
- **ESCENARIO 005.** Fuga de gas l.p. debido al desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento.
- **ESCENARIO 006.** Fuga de gas l.p. ocasionada por el desprendimiento de la manguera de líquido durante el trasiego de gas l.p. a un auto-tanque.
- **ESCENARIO 007.** Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego provocado por cavitación la misma.
- **ESCENARIO 008.** Fuga de gas l.p. debido al desfonde de un recipiente transportable.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

- **ESCENARIO 009.** Blevé del auto-tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de un impacto mecánico.
- **ESCENARIO 010.** Fuga de gas l.p. a través del sello mecánico de la bomba de trasiego del auto - tanque.
- **ESCENARIO 011.** Fuga de gas l.p. ocasionada por los remanentes en la manguera del auto-tanque
- **ESCENARIO 012.** Blevé de un auto - tanque debido a la pérdida de la integridad mecánica del recipiente a causa de la incidencia de fuego sobre la superficie del recipiente.
- **ESCENARIO 013.** Desfogue de la válvula de seguridad del auto-tanque, dado el incremento de presión y temperatura interna por una fuente de ignición externa.

Como parte del Análisis Cuantitativo de Riesgo se llevó a cabo un Análisis de Frecuencias mediante la metodología del **Árbol de Fallas** y que, de acuerdo a la asignación de probabilidades del Manual de seguridad industrial en plantas químicas, J.M. Storch de Gracia, Pág. 322, el orden de magnitud 10^{-2} le corresponde a los eventos PROBABLES, los cuales han ocurrido o pueden ocurrir varias veces al año, mientras tanto el orden de magnitud 10^{-4} de los eventos 001, 002, 006, 007, 008 y 010 corresponde a eventos IMPROBABLES, es decir, no se han presentado en 5 años. Mientras tanto, el evento 003, 004, 009 y 012 al tener un orden de magnitud menor a 10^{-8} ; además del evento 005 y 013 al tener un orden de magnitud menor a 10^{-7} , son eventos MUY IMPROBABLES, donde no se ve la posibilidad de que ocurra el riesgo. En el presente Análisis de Riesgo del Sector Hidrocarburos, se considera que el Evento 002 es el iniciador del evento 003 y este a su vez del 004.

- ⇒ **Eventos más probables:** de acuerdo a las **frecuencias de ocurrencia** que se tienen para cada evento, se puede concluir que, dadas las medidas de seguridad con que se cuenta en las instalaciones es poco probable que se presente un evento que pueda generar algún tipo de riesgo, tanto para las instalaciones, personal, medio ambiente y población. Sin embargo, dentro de estos eventos, hay algunos que presentan **mayor frecuencia de ocurrencia (respecto a los demás)**, como son los eventos **001, 002, 006, 007, 008, 010**. Pero en caso de presentarse, estos eventos pueden ser controlados fácilmente, sin que se tengan consecuencias mayores.
- ⇒ **Eventos alternos:** de acuerdo al desarrollo del evento **002** (caso alternativo), bajo las suposiciones planteadas que, conllevaría al desarrollo del escenario **003** y/o escenario **004**. Asimismo, se considera el evento **005** y **013** (Explosión de gas no confinado, liberado por el desfogue de la válvula de seguridad del recipiente de almacenamiento y auto tanque), donde se prevé la incidencia de radiación térmica sobre estos recipientes de almacenamiento que desencadenarían dichos eventos.
- ⇒ **Evento catastrófico (peor caso):** si bien, la probabilidad del evento **003** es prácticamente improbable, este puede desencadenar el evento **004** (Blevé del recipiente de almacenamiento de 250,000 litros), el cual es considerado el evento catastrófico por ser el evento que tienen en consideración la capacidad máxima de almacenamiento. Además del evento **009** (Blevé del auto tanque por volcadura), durante la actividad de distribución, la cual podría considerarse como uno de los peores casos dadas las consecuencias que pueda conllevar.



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V.	
	DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

Es importante mencionar que las instalaciones se cuentan con las medidas de seguridad para prevenir que ocurran dichos eventos, por lo que se presentan como eventos sobrestimados, para poder predecir los posibles daños críticos.

En tanto que, mediante el Análisis de Consecuencias, se determinaron los radios potenciales de afectación por radiación térmica y sobrepresión, mediante el Software SCRI Fuego V.2.2. En este sentido se determinó que los casos más probables derivan de fugas de gas l.p., las cuales dan lugar dependiendo de las condiciones y de la cercanía de la fuente de ignición y que pueden ser dardo de fuego, explosiones de nubes de vapor y/o llamaradas. En este sentido, para las llamaradas no se definen zonas de alto riesgo y amortiguamiento debido a su corta duración, generalmente se asume que la zona delimitada 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.

Una vez analizado el alcance de cada uno de los escenarios planteados correspondientes a fugas de gas l.p. en determinados equipos, los cuales podrían causar incendios e incluso explosiones y, de conformidad con los parámetros establecidos de radiación y sobrepresión, se concluye que, de los 13 escenarios con sus correspondientes posibilidades de incendio derivadas en *llamaradas, dardos de fuego, explosión de nubes de vapor inflamables no confinadas, blevés de los recipientes de almacenamiento y explosión equivalente de trinitrotolueno* y dadas las actividades desarrolladas tanto en el interior (*actividades de trasiego de gas l.p.*), como en el exterior (*entrega final de gas l.p. al usuario*) de la planta de distribución, se determinó que la magnitud de los radios de los eventos 002, 005, 006, 007, 008.1, 010, 013, por afectación de radiación térmica quedan comprendidos dentro de las instalaciones de la planta y el predio total correspondiente a la empresa. De la misma forma, el alcance de los radios por sobrepresión de los eventos 001, 003, 004, 008 quedan de igual manera comprendidos dentro del área de las instalaciones de la planta y el predio total de la empresa, lo que se traduciría a descartar la afectación a elementos de población y/o instalaciones de terceros y los efectos por daño al personal, instalaciones y el medio ambiente persisten y se evalúan conforme a los niveles de incidencia sobre cada uno de los elementos.

Al mismo tiempo los eventos 002, 005, y 007, conllevan alcances que sobrepasan los límites de la planta y que en la mayoría de casos la instalación que podría verse afectada podría ser la identificada bodega de almacenamiento de maquinaria “El Caporal”, en la cual se constató no alberga a población de forma permanente en el interior de sus instalaciones y que en su interior solo se utiliza como bodega de almacenamiento de maquinaria. Por lo que la incidencia de los efectos por radiación térmica y/o sobrepresión sobre esta instalación dependerán de la magnitud de los radios de los eventos desarrollados.

Por otro lado, los eventos desarrollados 003 y 004 correspondientes a la blevé del semirremolque y recipiente de almacenamiento dentro de las instalaciones de la planta, tienen radios con un alcance considerable por afectación de radiación térmica, sin embargo, dado que el nivel de radiación térmica sobre cualquier receptor es inversamente proporcional a la distancia, y que, al aumentar esta, los efectos sobre los elementos identificados son menores. El evento 004 “blevé de un recipiente de almacenamiento de



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

250,000 litros” el cuál se determinó es el de mayor alcance por su magnitud se describe lo siguiente:

Dentro de la zona de alto riesgo por daños a equipos es decir dentro de un nivel de radiación de **37.5 kw/m²** donde se alcanza una distancia de **246.10 m**, además de las áreas de operación propias de la planta, se encuentra la denominada “Bodega de almacenamiento de maquinaria – El Caporal”, a una distancia aproximada de 50 m medidos desde la tangente del recipiente de almacenamiento, donde las afectaciones que se podrían tener son principalmente por daño a equipos, puesto que se prevé el colapso de estructuras, severos daños a recipientes de almacenamiento, la maquinaria que alberga en dicha instalación es de tipo agrícola.

A un nivel de radiación de **12.50 kw/m²** que comprende hasta una distancia de **501.18 m**, se encuentra el denominado “Rancho Blanco”, donde se prevén quemaduras de hasta 2do. grado en piel desnuda, sin embargo, de acuerdo con la búsqueda del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2016), no se hallan habitantes de forma permanente en dicho lugar.

Mientras que hasta un nivel de **5.00 kw/m²** se encuentra el Rancho “El Lucero de Don Rodolfo”, el cual se encuentra a una distancia de **606.78 m** aproximadamente y medidos desde el origen del evento, la radiación equivalente incidente sobre dicho rancho es de **7.17 kw/m²** donde se podrían presentar quemaduras de 1er grado en piel desnuda, y bajo una prolongación continua, y hasta la formación de ampollas, sin embargo, dada la duración de la bola de fuego equivalente a **18.2 segundos**, así como su diámetro de **284.77 m**, esta afectación podría descartarse, dicho lugar cuenta con 3 habitantes reportados en el Inventario Nacional de Viviendas – Espacios y datos de México. Además, se halla la Planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Madera (donde no se alberga población) a una distancia de **795.42 m**, y con una radiación equivalente a **4.44 kw/m²** donde se prevé que a este nivel de radiación térmica se pueda causar daño a la población, dentro de estos niveles de radiación y de acuerdo con la bibliografía “daños ocasionados en caso de incendio de acuerdo a la intensidad (Less, 1991)”, se podrían esperar daños a las personas que no estén protegidas por lo menos en 20 segundos, y las cuales podrían llegar a sufrir quemaduras de primer grado si no hay protección en la piel

En la zona de amortiguamiento correspondiente a 1.4 kw/m², que abarca una distancia de hasta **1524.34 m**, se halla comprendido entre una distancia desde **606.78 m** hasta **1524.34 m** los siguientes lugares: el Aserradero, el Rastro, el Monasterio, Materiales del Noroeste, El Saucito y una casa perteneciente a Cd. Madera donde no se prevén graves afectaciones puesto que el flujo térmico comprendido entre un nivel de radiación de que va desde los 5.0 kw/m² hasta 1.4 kw/m² y que, dentro de las afectaciones, abarca desde dolor después de 20 segundos de exposición continua y la factibilidad de la formación de ampollas, asimismo las casas pueden quedar parcialmente demolidas, sin embargo se considera que dichos niveles de radiación son los máximos a los que se puede someter al ser humano sin daños graves debidos a exposiciones prolongadas.

Por otro lado, los efectos por sobrepresión de dichos escenarios calculados con el método de cuantificación de la energía liberada en explosiones basado en la “Equivalencia de trinitrotolueno (TNT)” quedan comprendidos dentro de las instalaciones de la planta y el predio total perteneciente a la empresa, donde se podría esperar daño severo a equipos de



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

proceso y tubería dañada, así como la posibilidad de daños a cimientos y a infraestructura de acero.

Finalmente se consideraron los eventos **008,009, 010, 011, 012 y 013** los cuales pueden ocurrir durante la operación de trasiego dentro de las instalaciones de la planta, como durante la distribución de gas l.p. y conexión al usuario final. Bajo este contexto las afectaciones generadas en caso de la ocurrencia de alguno de los eventos por radiación térmica y sobrepresión variarán dependiendo de la capacidad del auto-tanque y/o vehículo de reparto, así como de las características de la población, calidad paisajística e instalaciones halladas en las rutas de distribución contempladas por la planta.

Conviene subrayar que los eventos propuestos son supuestos de una secuencia de fallas que detonan y dan lugar a la ocurrencia de un accidente. Dado que dichos escenarios hipotéticos pueden ocurrir tanto en el interior de la planta como en la distribución y venta de gas l.p. la Planta de Distribución de Gas l.p. Cd. Madera, Chihuahua perteneciente a Gas El Sobrante, S.A. de C.V. el cual cuenta con la póliza de seguro por responsabilidad civil no. 30051844 30049536 expedida por Seguros Inbursa, S.A. con vigencia hasta el 19 de junio del 2024.

En cuanto a componentes ambientales que pudieran verse afectados, se tienen los elementos de la atmósfera, agua, suelo, flora y fauna que a su vez se estudian tanto en el interior como en el exterior. Durante la visita de campo realizada a las instalaciones se pudieron identificar las siguientes especies de flora al interior de la planta:

Pasto o zacate (*Brachiaria sp*), destacado que no se enlista en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Asimismo, para los radios de afectación cuyo alcance rebasan los límites de la planta de distribución, en el municipio no se localizan especies de Pinus o Quercus, únicamente se localizan terrenos con actividades agrícolas, mismo que se puede corroborar con la consulta de la carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (2010), el cual corresponde a *Agricultura de Temporal*.

Ahora bien, dentro del rubro de la fauna dentro de las instalaciones solo se pudo detectar las especies de aves como: Gorrión (*Passer domesticus*), Tórtolas (*Columbina inca*), Cenzontle (*Mimus sp.*), Golondrina (*Hirundo rustica*), sin embargo, dada la naturaleza del desarrollo de las actividades no se prevé afectación a estas especies. Asimismo, se recurrió a la información bibliográfica para determinar las especies potenciales que podrían encontrarse en la zona aledaña a la Planta de Distribución las cuales podrían ser:

- Mamíferos: La nutria *Lutra longicaudis annectens*, el lince *Lynx rufus*, el venado bura *Odocoileus hemionus*, el puma *Puma concolor*, el jabalí *Pecari tajacu*, el oso *Ursus americanus*.
- Aves: *Anas acuta*, *A. discors*, águila real *Aquila chrysaetos*, guacamaya verde *Ara militaris*, *Aythya affinis*, *Campephilus imperialis*, *Euptilotis neoxenus*, *Larus heermanni*, *Rhynchopsitta pachyrhyncha*, *Strix occidentalis*.

La última etapa referente al reposicionamiento de escenarios, una vez reevaluados los escenarios en conformidad con las frecuencias y consecuencias analizadas, se determina



	GAS EL SOBRENTE, S.A. DE C.V. DISTRIBUCIÓN DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO MEDIANTE PLANTA DE DISTRIBUCIÓN Permiso núm. LP/14469/DIST/PLA/2016	
	ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL 2/ARSH	
	ERAN2ARSH-DGLPPD-K19-14469-07-2023	NO. DE VER. 01

que, de todos de los escenarios evaluados (72) solo el 36% de los escenarios corresponde a un riesgo aceptable por daños al personal, un 24% con efectos en la población, y un 31% y 26% con riesgo aceptable, pero con controles para los elementos de medio ambiente y daño a las instalaciones.

Dada las medidas preventivas que se llevan dentro de la planta de distribución de gas l.p. localizada en Ciudad de Madera, Chihuahua perteneciente a la empresa Gas El Sobrante S.A. de C.V., refiriéndonos a estas como llevar a cabo los programas de mantenimiento a equipos e instrumentos, los programas de capacitación, y los programas de simulacros. Se determina que la instalación cuenta con un nivel de riesgo **ACEPTABLE, pero con controles,** por lo que para continuar con la realización de las actividades que conllevan un riesgo inherente dadas las características de la sustancia manejada se encomienda seguir las medidas y recomendaciones señaladas en el capítulo XI del presente Estudio de Riesgo.

